

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**  
Catedra de Filosofía de la Naturaleza, Sección de Filosofía



TESIS DOCTORAL

**Contribución al estudio del significado de los terminos de las  
teorías científicas**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Diego Díez García**

Madrid, 2015

Diego Díez García

TP  
1983  
027



x-53-127302. a.

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL SIGNIFICADO DE LOS TERMINOS  
DE LAS TEORIAS CIENTIFICAS

Cátedra de Filosofía de la Naturaleza  
Sección de Filosofía  
Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación  
Universidad Complutense de Madrid  
1983



BIBLIOTECA

**Colección Tesis Doctorales. Nº**

**27/83**

**© Diego Díez García**

**Edita e imprime la Editorial de la Universidad**

**Complutense de Madrid. Servicio de Reprografía**

**Noviciado, 3 Madrid-8**

**Madrid, 1983**

**Xerox 9200 XB 480**

**Depósito Legal: M-1706-1983**

**DIEGO DIEZ GARCIA**

**CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL SIGNIFICADO DE LOS  
TERMINOS DE LAS TEORIAS CIENTIFICAS**

**Director: Prof. Dr. D. ROBERTO SAUMELLS PANADES**  
**Catedrático de Filosofía de la Naturaleza**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación**  
**Sección de Filosofía**  
**Departamento de Filosofía de la Naturaleza**  
**Año 1.981**





#### FE DE ERRATAS

Independientemente de los errores mecanográficos observados en el texto que, no obstante, según pensamos, no impiden la comprensión del mismo, se ha deslizado un error, que afecta a la propia / argumentación del párrafo correspondiente, que nos parece necesario / corregir, para no desvirtuar el significado del mismo.

Tal error se encuentra en la página 398, entre las líneas 11 y 14.

El texto dice: "...la expresión "el número natural mayor de todos es ( o no es ) divisible por dos"; es una expresión que tiene sentido; por eso decimos que es incorrecta. Sin embargo, para defender su significado no puede hacerse referencia a una hipotética en el contexto de la teoría matemática de los números naturales".

Debe decir: "...la expresión "el número natural mayor de todos es (o no es) divisible por dos", es una expresión cuyos términos tienen sentido aisladamente. Por eso decimos que es incorrecta. Sin embargo, para defender su significado no puede hacerse referencia a una existencia hipotética en el contexto de la teoría matemática de los / números naturales".

(Hemos subrayado las palabras omitidas en el texto que, precisamente, hacen cambiar el sentido del mismo.)



**INDICE**  
=====

## I N D I C E

	<u>página</u>
<b><u>PRESENTACION:</u></b>	
INTRODUCCION.....	2
ORIENTACION DE NUESTRO TRABAJO.....	5
CARACTER GENERAL DE NUESTRO ESTUDIO .....	10
CONTENIDO DE NUESTRO ESTUDIO .....	15
 <b>CAPITULO I :</b>	
<b><u>CONSIDERACIONES PREVIAS SOBRE EL CONOCIMIENTO EL LENGUAJE</u></b>	
<b><u>Y LOS SISTEMAS REPRESENTACIONALES DE LA CIENCIA.....</u></b>	<b>30</b>
UN MODELO INFORMATICO DE CONOCIMIENTO.....	31
EL PAPEL DEL CODIGO EN NUESTRO MODELO INFORMATICO...	37
LA TEORIA DE LA SEMIOSIS ILIMITADA.....	47
EL CODIGO Y LAS POSIBILIDADES DE ACCESO A LA	
REALIDAD.....	52
EL PAPEL DE LA SITUACION .....	57
LA FENOMENOLOGIA RADICAL.....	59
OTRO ENFOQUE CON LOS MISMOS RESULTADOS.....	60
LA REALIDAD COMO REALIDAD INTERPRETADA.....	64
EL PROBLEMA DEL PROGRESO CIENTIFICO.....	81
LA CUESTION DEL PROGRESO CIENTIFICO Y EL PROBLEMA	
DE LA RACIONALIDAD.....	87
LA CUESTION DE LA RACIONALIDAD EVOLUTIVA.....	94
LOS SISTEMAS REPRESENTACIONALES .....	99

	<u>página</u>
ALGUNOS COMPONENTES DE LOS SISTEMAS REPRESENTA-	
CIONALES .....	118
NOTAS.....	124

## CAPÍTULO II

### CONSIDERACIONES SOBRE LA MATEMATIZACIÓN DEL MÉTODO

<u>EN LAS CIENCIAS EMPÍRICAS.....</u>	132
INTRODUCCIÓN.....	133
INFLEXIÓN EPISTEMOLÓGICA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍ-	
FICÓ: EXPERIMENTACIÓN Y MATEMATIZACIÓN.....	135
COMPLEMENTARIEDAD DE MATEMÁTICAS Y EXPERIENCIA..	136
IMPORTANCIA DE LA DIMENSIÓN MATEMÁTICA DE LAS	
CIENCIAS.....	141
LA MATEMÁTICA COMO FORMA DE PENSAMIENTO .....	142
EL IDEAL DE LA MATEMATIZACIÓN DE LAS CIENCIAS...	145
MATEMÁTICAS Y FORMALISMO.....	148
EL MÉTODO CIENTÍFICO .....	152
LIMITACIONES DE LA MATEMATIZACIÓN.....	155
LIMITACIÓN DEL INSTRUMENTO MATEMÁTICO.....	158
HORIZONTE DE INTELIGIBILIDAD Y HORIZONTE DE	
MATEMATIZACIÓN.....	162
TRANSCENDENCIA DE LAS ESTRUCTURAS REALES SOBRE	
EL ANÁLISIS MATEMÁTICO.....	167
EL ALCANCE DE LA MATEMÁTICA COMO MODO DE CONO-	
CIMIENTO.....	173
PRIMER SUPUESTO DE LA MATEMATIZACIÓN DEL MÉTODO	
CIENTÍFICO .....	176

	<u>Página</u>
LA MATERIA SOBRE LA QUE SE EJERCE LA MATEMATIZACION.	186
LA MULTIPLICIDAD EN LA HOMOGENEIDAD.....	203
DEL DIRECTIVISMO DE LA MATEMATICA AL AXIOMATISMO	
DEL METODO.....	207
ALGUNAS CONSECUENCIAS DE LA AXIOMATIZACION DEL	
METODO.....	212
ALGUNOS RESULTADOS DE LA MATEMATIZACION DEL METODO..	
NOTAS.....	232

### CAPITULO III

<u>LA TEORIZACION DE LOS CONCEPTOS CIENTIFICOS.....</u>	<u>239</u>
UN HECHO HISTORICO A TITULO DE EJEMPLO .....	240
LA TEORIA DEL FLOGISTO.....	242
DIFICULTADES DE LA TEORIA DEL FLOGISTO.....	246
LA TEORIA DE LAVOISIER SOBRE LA COMBUSTION.....	249
LA TEORIA DE LAVOISIER VERSUS LA TEORIA DEL FLOGISTO.	251
ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS ELEMENTOS DE LAS	
TEORIAS CIENTIFICAS.....	255
a) El objeto.....	256
b) El carácter explicativo.....	263
c) Teoría y sistema representacional.....	266
d) El papel de lo inobservable.....	268
e) La relación observable/inobservable.....	270
LAS TEORIAS CIENTIFICAS COMO SISTEMAS HIPOTETICOS	
DEDUCTIVOS.....	273
LOS ENUNCIADOS DE LAS TEORIAS CIENTIFICAS SEGUN LA	
INTERPRETACION HIPOTETICO DEDUCTIVA.....	277

	<u>Página</u>
ALGUNAS OPINIONES TRADICIONALES SOBRE LA NATURALEZA DE LAS TEORIAS CIENTIFICAS.....	284
EL MODELO NOMOLÓGICO DE LA EXPLICACION CIENTIFICA.....	289
LA CONCEPCION DE SNEED SOBRE LAS TEORIAS CIENTIFICAS.....	294
ALGUNAS DIFICULTADES DE LA INTERPRETACION NOMO- LOGICO DEDUCTIVA DE LA EXPLICACION CIENTIFICA.....	307
a) Explicar y predecir.....	307
b) Relaciones lógicas y relaciones explica- tivas.....	311
c) Teoría y Causa.....	312
d) El enfoque hipotético deductivo y la dinámica de las teorías.....	319
e) El sistema representacional y la diná- mica de las teorías.....	324
CONSIDERACIONES SOBRE ALGUNOS REQUISITOS QUE DEBEN REUNIR LAS TEORIAS CIENTIFICAS.....	328
a) La estructura deductiva .....	328
b) La unidad semántica.....	329
c) La unidad semántica y las paradojas de la confirmación.....	331
d) La unidad semántica y el sistema represen- tacional.....	334
e) La coherencia interteórica.....	336
f) La coherencia entre teoría y experiencia..	337
g) Las leyes teoréticas, ¿son esquemas propo-	



	<u>Página</u>
sicionales.....	343
h) El papel de las reglas de correspondencia...	350
i) El uso de los conceptos científicos.....	353
NOTAS.....	357

#### CAPITULO IV

##### EL PROBLEMA DEL SIGNIFICADO Y SU APLICACION AL TEMA DE

<u>LOS CONCEPTOS CIENTIFICOS.....</u>	368
ALGUNAS CONSECUENCIAS DE LA TEORIZACION Y MATEMA- TIZACION DE LOS CONCEPTOS, EN RELACION CON SU SIGNIFICADO.....	369
a) La dimensión teórica.....	369
b) La dimensión matemática.....	376
c) Hacia la cuestion del significado.....	382
EL PROBLEMA DEL SIGNIFICADO.....	385
TEORIA REFERENCIAL DEL SIGNIFICADO.....	389
LA TEORIA DEL SIGNIFICADO COMO IMAGEN MENTAL.....	399
LA TEORIA FREGEANA DEL SIGNIFICADO.....	406
EXCURSUS SOBRE LA ENTIDAD DEL SIGNIFICADO.....	416
TEORIA DEL SIGNIFICADO COMO USO.....	419
REFLEXIONES SOBRE EL SIGNIFICADO DE LOS TERMINOS Y LA PRAGMATICA DEL LENGUAJE.....	440
LA INTRODUCCION DE NUEVOS SIGNIFICADOS PARA LOS TERMINOS CIENTIFICOS.....	448
EL CONCEPTO DE APLICACION LINGUISTICA Y EL SIGNIFI- CADO DE LOS TERMINOS CIENTIFICOS.....	452
SIGNIFICADO Y SISTEMA REPRESENTACIONAL .....	454

	<u>Página</u>
NOTAS.....	466
<u>CONCLUSIONES</u> .....	471
<u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	481



**PRESENTACION**

### I N T R O D U C C I O N

El trabajo que presentamos como memoria de Tesis Doctoral / nace como consecuencia de una serie de reflexiones previas sobre el tema del progreso científico. Difícilmente encontraremos una noción respecto de la cual se encuentre uno más convencido inicialmente de su / verdad; tanto por la práctica ejemplificada en los logros técnicos, que con el correr del tiempo se han ido acumulando ( la ciencia a diferencia del arte, se dice, es acumulativa), como por la ampliación del conocimiento que las sucesivas teorías científicas exhiben a lo largo de la historia.

Hoy es un lugar común afirmar que la ciencia es esencialmente provisoria y que los logros de hoy están destinados a ser los errores e inexactitudes de mañana. Pero si esto es, como parece, cierto, / sólo a partir de la aceptación inicial de un progreso científico efectivo puede entenderse tal provisoriedad. La ciencia no sería provisoria sin ser progresiva, o de lo contrario no es racional.

A partir de "The Structure of Scientific Revolutions" de T. S. Kuhn, ha habido una serie de intentos de desplazar o modificar la idea de progreso científico, principalmente a base de argüir que el / significado de los términos empleados por unas y otras teorías tienen un significado distinto. De este modo la idea de progreso científico / se ha convertido en algo problemático para el filósofo, que no para el científico.

En efecto, T.S. Kuhn ilustró por medio de abundantes ejemplos y razonamientos su tesis de que la evolución de las ciencias no se produce de un modo continuado y progresivo. Parecería que la historia de / la ciencia no consistiría en una continuada e ininterrumpida mejora de

nuestras explicaciones sobre la realidad, en un acercamiento progresivo y sin solución de continuidad hacia una explicación más "perfecta" del comportamiento de la realidad.

El progreso científico tendría, de acuerdo con este autor, / sus revoluciones y sus caudillos revolucionarios; y a los periodos calmos de la , llamada por él, "ciencia normal", basada en "paradignas", seguirían otros periodos en los que los procesos que se producen puede equipararse más adecuadamente a las "revoluciones" políticas que a las "transiciones" pacíficas a nuevas formas de convivencia. Según Kuhn, / en el avance de la ciencia, en su sentido más genuino, no se producen "reformas" sin rupturas.

A pesar de la gran influencia que ejerció esta obra y de la serie de comentarios de todo tipo que produjo, las ideas de Kuhn no / eran tan revolucionarias ni tan nuevas como en algunos círculos filosóficos se ha pretendido. Se inició con ella, es cierto, una "nueva filosofía de la ciencia" en los países anglosajones, que contestaba las posiciones clásicas de K.R. Popper y su escuela; pero las posiciones de Kuhn no presentaban una perspectiva tan inédita como se pensó. Deteniéndose en el exámen de la Filosofía de la Ciencia anglosajona de la época, los comentaristas de Kuhn no repararon suficientemente en otra corriente de pensamiento paralela que ya había exhibido con anterioridad resultados que pueden considerarse como anticipaciones - si es que no son idénticos - de los de Kuhn.

Junto a la Filosofía de la Ciencia de raíz anglosajona, que procede, por evolución o enfrentamiento, de la Filosofía Neopositivista, existe una corriente epistemológica, cultivada principalmente en / Francia, que, desligada de la corriente neopositivista, exhibe nombres

como los de P. Duhem, L. Brunschvig, G. Bachelard, G. Canguilhem, etc. y llega hasta nuestros días con el propio M. Foucault.

En esta Epistemología francesa, más preocupada por la historia de la ciencia (orientación diacrónica) que por las cuestiones estructurales y lógicas de las teorías científicas (orientación sincrónica) ya se habían alcanzado resultados sorprendentemente similares a los que propugnaba la obra de Kuhn. Y no es que este autor silenciase tal influencia; él mismo reconoce en esta obra su deuda con Koyré y / otros; sino que, sorprendentemente, esta circunstancia parece haber si do olvidada por la mayoría de sus comentadores.

De cualquier modo, las concomitancias son manifiestas; por / citar sólo el botón de muestra, diremos que la noción de "Scientific Revolution" de Kuhn, aparece perfectamente prefigurada en la de "coup re epistemologique" de Bachelard, a poco que examinemos la cuestión.

Ante tal situación y reflexionando sobre la forma de hacer / epistemología de Bachelard y la tradición francesa, frente a la forma de hacer la "nueva filosofía de la ciencia" de Kuhn, Lakatos, Feyerabend, etc... encontramos una diferencia que nos pareció muy significativa: en efecto, mientras la filosofía de la ciencia de raíz anglosajona centraba su atención sobre las teorías científicas, analizando y tomando como motivo principal de su estudio la naturaleza y estructura de las mismas, la epistemología francesa ha reflexionado principalmente sobre la naturaleza de los conceptos y sus vicisitudes históricas, conforme han debido irse integrando en teorías sucesivas; ha estudiado el nacimiento del concepto científico, su historia, y, llegado el / caso, su abandono.

De este modo, nos pareció que podía ser plausible señalar /

que, en principio, podría haber dos formas alternativas de filosofar sobre la realidad científica: bien examinando las teorías, bien examinando la historia de los conceptos científicos.

Es claro que cuando se hace un examen de una teoría se analizan, por ello mismo, los conceptos que entran a formar parte de la misma, pero sólo de modo secundario y siempre en función de tal teoría se lleva a cabo el análisis de los conceptos correspondientes. Mientras que, cuando se examinan los conceptos científicos y su evolución histórica, se asiste a un proceso de pérdida y adquisición de propiedades y relaciones que resulta muy interesante y significativo.

¿Cuál de estas perspectivas es la más adecuada? ¿Qué modo de consideración de la realidad científica puede mostrarse más fecundo?

#### ORIENTACION DE NUESTRO TRABAJO

Pensamos que, como casi siempre suele ocurrir en estos casos ambos modos de abordar el tema podrían ser en gran medida complementarios. Sólo que hasta ahora, que sepamos nosotros, ambas escuelas parecen ostentar la más olímpica ignorancia (o indiferencia) de una respecto de la otra. Existe una revista, "Study in History and Philosophy of Science" (London) que a veces pretende aunar ambas perspectivas en algunos trabajos; algún autor, como Burt, E.A. (*The Metaphysical Foundations of Modern Science*) asume esta tarea; pero el fenómeno dominante es, por lo general, la indiferencia que señalamos.

¿Tendría, pues, sentido intentar una aproximación o complementación entre ambas perspectivas? ¿Sería fecunda la síntesis de ambas perspectivas, como modelo de trabajo futuro? ¿Cómo podría llevarse a cabo tal síntesis? ¿Cabría siquiera pensar que tal proceso de síntesis



sis pueda realizarse?. Al final de nuestro trabajo hemos de confesar que aún no lo sabemos, pero que merecería la pena emprenderlo.

Una cosa, sin embargo, sí nos ha quedado clara: que tal síntesis sólo podría hacerse si se parte del uso efectivo que el científico hace de los conceptos al explicar la parcela de la realidad que estudia. Pero ese uso efectivo ( que engloba por supuesto la significación teórica que el concepto tiene dentro de la estructura de la teoría, cuyo formalismo aspira como ideal a la presentación axiomática) / abarca también una serie de relaciones extrateóricas de las que el científico, que es algo más que una máquina de ordenar y calcular las relaciones hipotético-deductivas implícitas en la teoría, no puede prescindir en absoluto, si quiere investigar la aplicación a nuevos sistemas de la teoría correspondiente; y no hay que olvidar qu en esto consiste gran parte de la tarea del científico.

El formalismo es el producto de un proceso de pensamiento / previo de alguien que ha llevado a cabo la formalización. Y, como obra de todo auténtico pensamiento, es algo vivo. El producto formal, axiomático, es el esqueleto de algo que tiene vida y que, como tal, se mueve y se relaciona con lo distinto de sí mismo. La ciencia es impulsada por el cálido soplo del espíritu creador del científico, pero el "aire" que exhibe un sistema axiomático ( ideal de exposición formal de la estructura de una teoría) es un "viento helado". En este medio, el espíritu creador del científico no se atreve a aparecer, esta es una atmósfera en la que muere.

Popper afirma que la única dimensión de la ciencia relevante para la epistemología es la dimensión lógica del lenguaje científico, con lo que, por ejemplo, el concepto de explicación científica se reduce

al de inferencia deductiva. Pero esto nos parece claramente insuficiente; el significado de un término científico, en el proceder real de la ciencia, no se agota en unas relaciones matemáticas. La búsqueda de / aplicaciones nuevas de una teoría ( la actividad más característica de la "ciencia normal" kuhniana) nos parece que exige claramente una serie de presuposiciones que determinar el uso correcto de tales términos en un terreno extrateórico en el que previamente hay que pensar el sistema correspondiente, antes de hacerlo caer dentro del ámbito de aplicación de la teoría. Antes hay que entender por qué tal sistema puede / ser candidato, por ejemplo, a una aplicación aceptable (admisible) de una teoría; y ello cuando de esta tarea se trata; pero, ¿qué decir del proceder científico cuando aún no se ha logrado la teoría satisfactoria desde la cual pensar en explicar ciertos fenómenos?.

Algún biólogo famoso ha dicho que conocemos tantos hechos de esta disciplina, que sería conveniente paralizar la actividad investigadora en esta rama del saber hasta que se logre elaborar las teorías correspondientes que pudiesen explicar todos estos hechos. Pero ¿hay / que concluir de aquí que estos hechos están a la espera de su significación mientras están a la espera de su teoría? Por qué, entonces, su poner que el significado de los términos teóricos se agota en el marco de la propia teoría?.

Pero aún había algo más. Como evolución o reacción provocada por este tratamiento del problema del progreso científico, algunos filósofos llegaron a negar la validez de la aplicabilidad de tal noción a la empresa científica. Así, por citar el autor más radical entre los más importantes al respecto, P.K. Feyerabend ha propuesto una "teoría anarquista del conocimiento", según la cual, las distintas teorías ri-

vales en la explicación de un fenómeno son incommensurables entre sí, hasta el punto de que el método verdaderamente científico consistiría, no en profundizar en una teoría e intentar extenderla, sino en la "proliferación de teorías"; esto es, en la propuesta continuada de teorías que se opongan a las establecidas; esto es así, porque, mediatizando las teorías los hechos observacionales, sólo se observarán aquellos / que sirvan para confirmar la teoría correspondiente.

En algunos círculos de filósofos de la ciencia anglosajones la tesis de la incommensurabilidad de las teorías ha obtenido gran aceptación. Pero es claro que desde esta posición hay que renunciar a la idea intuitivamente plausible de un progreso efectivo de la ciencia.

No se puede olvidar que muchas de las observaciones que hace Feyerabend son muy atinadas y dan en el centro de la diana. En especial son muy sugestivos sus análisis sobre la determinación de los hechos / observacionales por parte de los elementos teóricos; por ejemplo, según él, la historia del descubrimiento del movimiento browniano demuestra suficientemente este hecho.

¿Cómo resolver entonces este problema?. ¿Habrá que renunciar a la idea de progreso científico?. ¿Será imposible racionalizar nuestra convicción interna de que tal progreso científico existe?. ¿Habrá que modificar nuestra interpretación de la idea de progreso, para aplicarla a la historia de la ciencia?. Cada una de estas cuestiones es compleja y no podríamos abordarlas todas; por lo demás, tal complejidad aumentaría si analizásemos previamente la propia idea de "progreso", que hemos presentado de modo intuitivo y con el uso "natural", "corriente", que tal término tiene para una persona de cultura media. Como al fin y a la postre asumimos que tal progreso existe y, por lo demás, esta no

ción no va a ser propiamente objeto de nuestro trabajo, decidimos no / detenernos en ella.

Nosotros pensamos que es difícil resignarse a la idea de que todas las teorías puedan tener la misma justificación racional ( o / irracional) en la explicación de la realidad; y creemos que está ocu- / rriendo simplemente que no se ha encontrado un procedimiento correcto de abordaje del tema. Concretamente nos parece que el problema queda sin solución cuando nos situamos en el mismo terreno que los defensores de la incommensurabilidad de las teorías científicas. Y esto porque se adopta una perspectiva exclusivamente "intrateórica".

Es cierto que los conceptos de una teoría difieren bastante de los que, con el mismo nombre, forman parte de otra alternativa posterior. Mas ¿se ha de concluir a partir de aquí que no se trata de los mismos conceptos, que son radicalmente distintos y que no hay continuidad entre ellos de una a otra teoría?. Desde una perspectiva que se fije con carácter exclusivo en la dimensión interna ( por así decirlo) / de los conceptos dentro de la teoría, el problema parece que no tendría solución. Las teorías son incommensurables al no contener los mismos / términos ( sólo subsisten los nombres, no las significaciones), y no / se puede hablar de un progreso científico al modo como usualmente se entiende, ni de un proceder racional interteórico, etc...

¿No sería aconsejable, más bien, abordar el problema desde la perspectiva de los conceptos y su evolución histórica, para, desde aquí, analizar las relaciones intrateóricas dentro de cada uno de los sistemas de los que forman parte?.

Mantener un enfoque dedicado exclusivamente a las teorías y buscar el encadenamiento de éstas, significa mantener una dependencia

con relación a la lógica de la última teoría; más bien hay que optar por estudiar la filiación de los conceptos. Los conceptos, así, tendrán una polivalencia teórica y su historia del paso de un contexto teórico a otro puede aportar resultados muy interesantes. La teoría coexiste con el concepto, pero quizás no lo determine; la teoría es algo así como la conciencia del concepto y viene después de este; la historia del concepto será la historia del movimiento epistemológico que le corresponde en los diferentes niveles de estructuración y constitución en su paso por las diversas teorías; de este modo, el saber no sería un dato sino más bien el resultado de un proceso que va desplazando la frontera epistemológica cada vez más al interior de la realidad.

#### CARACTER GENERAL DE NUESTRO ESTUDIO

De cualquier modo, nos parece claro que para atender a la discusión de cualesquiera de las cuestiones anteriores necesitamos movernos en un plano exclusivamente general, aunque en ocasiones haya que / hacer alguna referencia a casos concretos de la Historia de la Ciencia. Un análisis detallado de uno o varios casos exige previamente una delimitación de la situación desde la cual se deberán abordar estos análisis.

Por ello, en este trabajo nos hemos dedicado a realizar una incursión en esta situación general; pretendemos señalar, pues, el camino a partir del cual puede intentarse un avance en la idea de la justificación racional del progreso científico a partir de algunos ejemplos concretos en la historia real de la ciencia.

De acuerdo con esto, queremos defendernos desde ahora mismo de la posible acusación de falta de precisión del trabajo; sinceramen-

Le creemos que no se trata de falta de precisión; se trata más bien de su carácter general; esta generalidad le viene dada, a nuestro parecer por la propia amplitud de la noción de término científico, a cuyo análisis del significado pretendemos hacer alguna contribución. Nuestro trabajo pretende dar una visión general de los presupuestos a partir de los cuales podría iniciarse un trabajo concreto sobre algunos términos precisos de una teoría determinada, correspondiente a una ciencia particular. Pero al tratarse de un análisis que pretende resultados / aplicables a términos cualesquiera, de teorías científicas de cualquier ciencia, necesariamente ha de permanecer uno en el terreno de las cuestiones generales. La permanencia del trabajo en este terreno puede producir la impresión a que nos referíamos antes; pero creemos que esta es una labor previa necesaria.

De cualquier manera nos parece que el tratamiento que hacemos del tema puede permitir que a partir de aquí se puedan abordar después cuestiones similares a las que a continuación exponemos: ¿Qué significado tiene el término "valencia" en Química a partir de Mendeliev? ¿Se trata de un significado estructural o de un significado dinámico? ¿Qué significa "lectura", "codificación", "transmisión de información", etc... en Biología actual, cuando el científico los pone en relación con "ribosomas", "DNA", "RNA", "enzimas unificadoras", "enzimas reductoras" etc... ¿Qué significa "dimensión" y de qué dimensiones se puede seguir hablando y en qué sentido en las teorías sobre el mundo microfísico? Y así podríamos seguir planteando cuestiones concretas.

La Filosofía de la Ciencia anglosajona ha estado muy ocupada por el problema de analizar la estructura de las teorías científicas, por la lógica de tales estructuras, etc...etc... pero la parte más di-

námica de la ciencia, el conocimiento actual más vivo de las ramas más avanzadas aún no han encontrado en muchos casos una expresión medianamente sistematizada que pueda hacer pensar en teorías elaboradas y menos aún susceptibles de una posible axiomatización. ¿Cómo analizar entonces el significado actual de los términos que se utilizan en la explicación de estas investigaciones?.

Eddington decía hace tiempo que a la entrada de cualquier ciencia (compárese con el slogan de Platón: "No entre quien no sepa Geometría") habría que colocar un letrero similar al que se encuentra a la puerta de los edificios en construcción: "prohibido a toda persona ajena a la obra". La situación de la ciencia que se está haciendo / en el momento actual se parece más al amontonamiento de materiales, mal colocados y apilados, (algunos de ellos de derribo), en una obra en construcción que a la completa arquitectura de un edificio terminado; pero esta es la ciencia viva y el científico debe saber cómo usar los conceptos con los que va construyendo los materiales para el edificio, antes de precisar formalmente el significado de los mismos mediante / las relaciones matemáticas derivadas de los axiomas básicos de la futura teoría. Estos conceptos, es claro, deberán ser usados desde una / perspectiva exterior a la teoría primitiva en la que aparecieron y que precisamente será la que se intenta "estirar" para dar cuenta de los nuevos hechos investigados.

Un análisis genérico, pues, nos parece lógicamente anterior a la búsqueda de una solución al problema del significado de unos determinados términos teóricos concretos. Buscar solución a un problema / concreto sin analizar previamente el marco en el que tal problema pudiera tener sentido, en cuya orientación debería buscarse la solución,

nos parece, cuando menos, prematuro. Nuestro trabajo, pues, queremos / presentarlo como una labor previa para abordar problemas concretos en / relación al tema.

El científico, a menudo, está demasiado absorbido por sus / problemas concretos y particulares para reflexionar sobre estas cues- / tiones generales; lo general le desborda, pero es preciso que no lo ig- / nore, porque de las cuestiones generales pueden venir orientaciones muy interesantes para su trabajo. El filósofo, en definitiva, puede aportar luz en algunos problemas del científico.

Cuando se habla de código, con la expresión "código genético" y se reflexiona sobre lo que esto significa desde una perspectiva filo- / sófica, mediante el examen de la naturaleza de un código, sus funcio- / nes, etc... así como sobre lo que de estos análisis permanece en el / código genético y las connotaciones nuevas que este término adquiere / en este nuevo terreno de la Biología, etc... puede resultar más fácil llegar a entender después lo que signifique y hasta dónde, cuando se / afirme, por ejemplo, que una semilla sea el código del sona; pero para / ello lo general, tratado por el filósofo, no estará reducido sólo a / cuestiones formales relativas a la lógica de las teorías y temas simi- / lares que, inicialmente, dicen muy poco al estudioso de un tema concre- / to de una disciplina científica.

Así, por ejemplo, el problema del progreso científico puede ser un problema general que, en principio, nada dice a un investigador absorbido en problemas muy específicos de su materia, que además está interiormente convencido de que tal progreso científico se produce. Mas este problema es objeto de tratamiento filosófico. ¿Cómo intentar enton- / ces resolverlo, o al menos abordarlo?.



Si se niega la existencia de tal progreso sobre la base de / que los términos científicos tienen significado distinto en teorías di versas, habiendo una perfecta discontinuidad entre las teorías, habrá que analizar cuestiones correspondientes al problema del significado / de los términos científicos. En efecto, así se ha hecho partiendo de / un análisis del lenguaje científico, a lo largo de toda la filosofía de la ciencia derivada de la corriente neopositivista de comienzos de / siglo.

Pero, quizás, no solamente deban ser abordados estos proble- mas desde una perspectiva eminentemente lógica. Desde el enfoque lógi- co lingüístico, el tema del significado de los términos científicos ha sido tratado muy frecuentemente y de manera muy brillante por numerosos autores. Los logros de este análisis del lenguaje científico y de los estudios sobre la estructura de las teorías han quedado muy bien ejem- plificados en libros y artículos de importancia trascendental. Bástenos citar, por ejemplo, "Scientific Explanation" de Braithwaite, "The Strug- ture of Science" de Nagel o "Aspect of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science" de Hempel. (Referencia bibliográfi- ca de tales obras en la Bibliografía final).

Desde la célebre distinción de Carnap entre términos observa- cionales y términos teóricos dentro del lenguaje de la ciencia, el te- ma ha sido objeto de innumerables estudios por toda una legión de filó- sofos de la ciencia. De lo que ya no estamos tan seguros es del interés que tales trabajos hayan despertado entre los propios científicos y si estos le habrán reconocido la importancia que indudablemente tienen des- de la perspectiva de la interpretación filosófica de la ciencia. El di vorcio entre Filosofía y Ciencia es aquí manifiesto.

#### CONTENIDO DE NUESTRO ESTUDIO

Nosotros pensamos que quizás conviniese también mantener algún otro enfoque que, sin olvidar los logros alcanzados por la filosofía de la ciencia a que antes nos hemos referido, hiciese hincapié también en otras cuestiones. La orientación a que antes hacíamos referencia sitúa su punto de partida esencialmente en cuestiones de lenguaje; así, iniciamos nuestro trabajo con unas reflexiones previas sobre el / conocimiento y el lenguaje, y no sólo partiendo de las consideraciones relativas a este último tema; pensábamos que tales reflexiones podrían aportarnos alguna luz sobre el modo como los términos adquieren a través del concepto su relación significativa, transmitiendo, de este modo, conocimiento ( no sólo conocimiento científico, por supuesto).

En un principio nos dimos cuenta de que las orientaciones de conocimiento científico actual parecen ser tributarias de una forma de metafísica que prescinde del realismo clásico (más o menos ingenuo, según los gustos); desde una perspectiva gnoseológica habría que decir que en principio no se admite que el significado de los términos permita transmitir un conocimiento de la realidad del que en definitiva proceda el propio significado. Intentemos explicar de modo muy somero lo que acabamos de decir.

Toda la teoría realista clásica del conocimiento descansa sobre la suposición de que la realidad está dotada de significado; de un significado que pide ser entendido, que quiere ser transmitido. La realidad, pues, es entendida como inteligible y significativa desde sí misma y por sí misma; en otras palabras, la raíz de la inteligibilidad de lo real está en la propia realidad; el hombre es un mero constataador / de esta inteligibilidad; el significado de lo real puede ser descubier

to por el hombre, pero no aportado por este. Esta postura metafísica / quedó magistralmente expuesta por el propio Heráclito cuando afirmó: "La realidad, ni afirma ni niega, únicamente significa" y ello a pe- / sar de que como afirma él mismo "la naturaleza ama ocultarse". La rea- / lidad, pues, tiene una inteligibilidad potencial y desde esta perspec- / tiva no se puede construir la oposición realidad exterior/significado / otorgado por el hombre.

Pero esta postura se ha ido perdiendo y actualmente el hombr / de ciencia parece estar convencido implícitamente de que en gran medida / es el científico el que presta significado a la realidad por él conoci- / da. La inteligibilidad del objeto científico vendría dada por el signi- / ficado que el método científico y la propia construcción de tal objeto / que la propia ciencia hace. La fenomenotecnia del objeto científico, / señalada ya por Bachelard, nace de la duda acerca del significado pro- / pio del objeto natural para la ciencia. Esta, pensamos, es su raíz más / originaria.

Esta tendencia de la ciencia actual podría identificarse co- / mo una inclinación a "desontologizar" el significado de la realidad; se / podría entender como una voluntaria renuncia a una "realidad significan- / te", en aras de una mayor seguridad gnoseológica. Ante la problemati- / cidad de una realidad dadora de significado, el origen de ésta habrá / de desplazarse al sujeto cognoscente.

Pero esta orientación no se planteó conscientemente en el na- / cimiento de la ciencia moderna. Recuérdese que el propio Galileo decía / que el libro de la realidad estaba escrito en lenguaje matemático; con / ello, indudablemente, daba por supuesto que tales caracteres pertenecí- / an al mundo real. Del mismo parecer era Descartes. Sin embargo, será a

partir de este autor cuando se produzca un cambio en la interpretación del conocimiento que habría de tener hondas repercusiones en el tema / que estamos tratando.

En efecto, del mismo modo que con el pensamiento cartesiano se produjo una desontologización del sujeto cognoscente ( que con la / reducción de la "persona" sujeto de conocimiento a mera "res cogitans" sufrió un recorte ontológico muy importante) también se fue produciendo una paralela desontologización del objeto correlato del conocimiento. Esto puede observarse en la evolución de la propia filosofía de la época. La realidad, para el racionalista como para el empirista y, por supuesto, para el genial intento de conciliación kartiano, va a perder su inteligibilidad radical, quedando en cierto modo reducido a ser la "ocasión" para que el sujeto cognoscente ejercite la suya propia.

La ciencia actual es heredera de esta posición epistemológica. Ahora no es la realidad la que muestra su inteligibilidad para que el sujeto la reconozca; el significado no está en las estructuras de / lo real en las que el científico aprende su racionalidad. Por el contrario, ahora el científico "impone" su racionalidad, el sujeto del conocimiento presta su capacidad de inteligir para alumbra la oscuridad de lo real con la antorcha de su razón.

Para decirlo en términos de la tradición clásica aristotélica, se podría afirmar que, en la interpretación de la ciencia moderna sobre el conocimiento de la realidad, el "nous pathetikós" (el intelecto pasivo que tiene la capacidad de recibir y aprehender los aspectos inteligibles de la realidad ) no tendría objeto que pudiera ser proyectado sobre él por el "nous poietikós". Se puede decir, pues, que, habiéndose quedado la realidad sin "eidos", en el conocimiento que exhibe la

ciencia moderna (al modo como ocurre con la teoría general del conocimiento) el "nous poietikós" habrá de extraer de sí los inteligibles; estos ya no proceden de la realidad; lo real, si tiene algún significado propio, en sí y desde sí, nos lo mantiene oculto.

Podríamos decir, por ejemplo, que los puntos 6.341 a 6.35 / del "Tractatus Logico-Philosophicus" de Wittgenstein constituyen una / muestra ilustrativa de la inflexión gnoseológica que se adopta a este respecto. Las leyes, de este modo, tratan de las mallas con las que se pretende "pescar" la realidad, y no de lo que la malla describe (Vid. el punto 6.35).

Sólo desde esta perspectiva se ha podido llegar a decir que la tarea de construir una teoría sea semejante a la de dar nombres a / los objetos: la etiqueta no tiene nada que ver con lo que hay dentro / de la botella.

Desde esta orientación, pues, habría que buscar el significado de la realidad esencialmente en el modo como se aborda el conocimiento de ella. En definitiva, desde esta posición epistemológica la realidad es siempre "realidad interpretada". Y desde este enfoque nos decidimos a analizar cómo se produce el abordaje a la realidad por medio / del conocimiento, desde los propios términos de una teoría científica: la teoría de la información.

Las reflexiones sobre la interpretación que del conocimiento se puede hacer desde la teoría de la información nos llevó a la valoración de la gran importancia que tiene el código en el que se transmite la información entre realidad y hombre, y a la determinación de la función del "contexto" o situación en el que se produce el fenómeno comunicativo. Desde aquí se nos hizo patente el papel que juegan los que /

decidimos llamar "sistemas representacionales", como partes del contexto o situación extrascientífica y en función de los cuales se construye la teoría correspondiente sobre la realidad, esto es, la interpretación de la realidad.

En particular dos elementos nos parecieron de capital importancia dentro del "sistema representacional" de la ciencia actual: desde el que se construye el conocimiento científico: la matematización / de los conceptos y su estructuración en sistemas teóricos. Estas dos / cuestiones fueron los objetos de estudio inmediatos de nuestro trabajo. Y a exponer nuestras reflexiones al respecto están dedicados los dos / capítulos siguientes de la memoria que aquí se presenta.

Estudiando en el segundo capítulo el papel de la matematización de los conceptos (ideal metodológico al que las ciencias aspiran hoy, más o menos intensamente) pronto se nos hicieron patentes algunas circunstancias muy importantes: el papel de mediación que la matematización impone a los conceptos sobre la realidad, el papel de la matemática en cuanto pensamiento, como generadora de conceptos, la desustancialización de la "materia" en las ciencias de la realidad material, / etc... etc...

Pero se nos hizo evidente también que no se podía hacer un / tratamiento de la matemática como un instrumento meramente formal, exclusivamente axiomático, como una serie de relaciones especificadas en una exposición axiomatizada. Para dar idea de lo que la matemática significaba para el científico había que tratar también los problemas planteados por las limitaciones de la matemática y sobre todo el papel que en el proceso creativo de las teorías juegan las matemáticas; no fijarnos sólo en su papel formal, una vez construida la teoría. A este res-

pecto la matematización del método científico se nos aparecía con una/doble dimensión.

Por una parte estaba la formalización, pero por la otra aparecía la idea directriz del desarrollo matemático, de acuerdo con una intuición previa sobre cómo habría que proceder en las deducciones; y esto segundo no queda reflejado en la exposición y deducción formal. Esta idea directriz se sitúa en un horizonte de racionalidad que no queda reflejado en la pura dimensión axiomática; y así aparece inmediatamente la sobreabundancia de la matemática (y no digamos de las estructuras de lo real) respecto al "código" matemático en el que se les encaja.

Así, nos pareció que era necesario señalar que había que trascender el horizonte matemático para proceder al análisis del significado de los términos matematizados. Y esto nos pareció que debía hacerse atendiendo al uso que de tales términos se hace en las aplicaciones de las teorías matematizadas a los sistemas reales de fenómenos. De manera que nos pareció insatisfactoria desde esta perspectiva, por ejemplo, la idea de Braithwaite, quien afirma que la ampliability de las teorías sólo puede hacerse a costa de mantener el significado de los términos teóricos sólo implícitamente determinado por las relaciones matemáticas incluidas en la estructura formal de la teoría.

En el capítulo tercero examinamos la naturaleza y estructura de las teorías científicas, intentando combinar las dos orientaciones anglosajona y francesa a que nos hemos referido más arriba, cuando señalábamos el distinto modo de abordar estas cuestiones por parte de unos y otros.

También en el análisis de estas cuestiones encontramos que /

tenía gran importancia el marco representacional en el que se encuadraba la propia teoría y que, teniendo una dimensión esencialmente explicativa, la interpretación hipotético-deductiva no hace justicia a todo lo que el científico pretende hacer con sus explicaciones.

Nuevamente constatamos la necesidad de recurrir al uso efectivo que el científico hace de las teorías y de los conceptos con que las llena para explicar los sistemas reales correspondientes; esto nos parecía imprescindible para averiguar el significado que tales términos tenían para los propios científicos. De manera que se nos hizo claro / que, no sabiendo cómo usarlos, el individuo ajeno por completo a la ciencia desconoce absolutamente el significado de los conceptos científicos correspondientes y que, precisamente, el aprendizaje científico consiste en la adquisición de las destrezas para usar correctamente tales / términos en sus explicaciones; en esto consiste saber el significado de los conceptos científicos; y hay que concluir que quien no sepa cómo usarlos no sabe el significado de los mismos.

En suma, volvimos a encontrar que la dimensión previa al marco intrateórico consistente en el "sistema representacional" desde el que se produce el aprendizaje científico, aceptado previamente por la comunidad científica que transmite el aprendizaje, determinaba en considerable medida el uso de los términos que podrían ser considerados / explicativos. Es más, sólo si determinados términos tienen un cierto / significado en consonancia con lo que admite como uso correcto el sistema representacional, pueden tener un cierto carácter explicativo sobre el comportamiento de la realidad. Se nos imponía, pues, un análisis del problema del significado.

Pero en relación con tal problema no podíamos olvidar que los



resultados a los que habíamos llegado estaban muy próximos a los que / la propia Filosofía Analítica había conseguido aportar mediante sus / análisis del lenguaje ordinario.

En efecto, ya el segundo Wittgenstein, variando radicalmente su posición respecto a lo que había mantenido en el "Tractatus Logico-Philosophicus" había afirmado que el significado es el uso (si no para todos los términos, sí para una gran mayoría de ellos). A partir de es ta nueva orientación del pensamiento de Wittgenstein han proliferado / en esta escuela de filosofía los estudios que han puesto al descubierto las dificultades de las distintas teorías anteriores del significado.

Mas la Filosofía Analítica ha reflexionado y elucidado tal / problema desde la perspectiva del lenguaje ordinario; nosotros decidimos aplicar tal análisis al lenguaje científico. De esta manera examinamos las dificultades de las distintas teorías sobre el significado en el lenguaje de la ciencia; en nuestro recorrido por las distintas posiciones desembocamos en la que mantiene la idea del significado como uso de los términos y en las elaboraciones consiguientes, construidas a partir de esta premisa.

Pero si tal teoría del significado se acepta, nuevamente se desemboca en la apreciación de la gran importancia que los sistemas representacionales de la ciencia, que son previos a las teorías, tienen para el significado de los términos científicos. Podemos, desde esta perspectiva afirmar que los sistemas representacionales se identifican con la "forma de vida" común que el lenguaje exige a sus usuarios, según Wittgenstein, para poder constiuirse como tal. De nuevo, pues, se destaca su papel en la determinación del uso correcto de los términos

mediante su influencia en las reglas correspondientes al "juego" lingüístico de las ciencias.

De esta manera la Filosofía Analítica apoya nuestras conclusiones al respecto y resulta valedora de las posiciones que en nuestros análisis anteriores hemos mantenido. El recurso de la Filosofía Analítica a la pragmática y al concepto de "forma de vida" común para resolver el problema del significado en el lenguaje ordinario es paralelo a nuestra llamada al concepto de "sistema representacional" y a la noción de "ciudad científica" bachelardiana para abordar el mismo problema en el lenguaje de la ciencia.

De este modo, el concepto de "perfil epistemológico", de raíz bachelardiana, convertido en instrumento intersubjetivo mediante las variaciones pertinentes que han de introducirse en tal noción para darle un carácter de perfil colectivo, nos podría suministrar un elemento capital en nuestro tema; el nuevo concepto reelaborado de perfil epistemológico puede ser un instrumento muy valioso para el análisis del significado de términos científicos determinados si se usa en trabajos concretos posteriores.

Antes de terminar nos gustaría hacer dos precisiones que nos parecen esenciales para proseguir la lectura de nuestro trabajo. La primera de ellas se refiere a la notable analogía que puede existir entre la noción de paradigma kuhniano y nuestro concepto de sistema representacional; la segunda atañe al sentido en el que utilizamos la noción general de término científico.

En cuanto al primer tema hay que decir que cualquier lector, a poco que esté familiarizado con la obra de Kuhn detectará inmediatamente la similitud, si es que no la probable identidad, entre nuestra

noción de sistema representacional y el concepto de paradigma utilizado por Kuhn en su "Structure of Scientific Revolutions".

En los primeros trabajos que se opusieron argumentos a la validez real del concepto de "paradigma" las críticas a tal concepto estaban basadas en una interpretación que lo consideraba un concepto eminentemente sociológico, y mucho menos frecuentemente abarcando un conjunto de creencias y actitudes de naturaleza más o menos metafísica. / Entendido así, de modo estrecho, nuestro sistema representacional desbordaría la aplicación del término "paradigma".

Sin embargo, después de la contribución de Margaret Masternam en el Coloquio Internacional de Filosofía de la Ciencia celebrado en Londres en 1.965, con su trabajo "La naturaleza de los paradigmas", / Kuhn ha añadido un "Postscript" (1.969) a las nuevas ediciones de su obra "The Structure of Scientific Revolutions" y en varios artículos / ha hecho referencia a los distintos significados con los que usa el término paradigma. Ahora tal término abarcará tanto ingredientes de tipo metafísico de una Weltanschauung, como elementos sociológicos y aspectos instrumentales (para resolver "rompecabezas", que es la actividad propia de la ciencia normal, según nuestro autor). Con ello ya no es tan fácil mantener el mayor alcance de nuestra noción de "sistema / representacional".

No obstante, hemos decidido mantener nuestra terminología en virtud del modo como hemos adquirido tal concepto. A la noción de sistema representacional hemos llegado en nuestro trabajo a partir de una reflexión previa sobre el lenguaje y el conocimiento desde la perspectiva de la teoría de la información. Esta reflexión nos permitió sopesar la gran importancia que en la adquisición de la información científ

fica tiene la "situación extrasemiótica", en cuanto que decide entre / códigos alternativos para la transmisión. Los elementos integrantes de tal situación extrasemiótica en cuanto a las consecuencias que tienen para la información científica sobre la realidad, son los que hemos reunido bajo el nombre de "sistema representacional"; tales son el conjunto de circunstancias referentes a la matematización, teorización, modo de pensar funcional, valoración metodológica de las explicaciones, etc que indicamos en nuestro trabajo. Por descontados que no son sólo estos elementos los que componen la situación extrasemiótica; pero son los relevantes para la adquisición de información científica de la realidad, ya que ellos determinan la naturaleza del código elegido en la adquisición de datos de la fuente.

Esta situación extrasemiótica en la que se incluiría el sistema representacional condiciona la transmisión de una información que siempre, necesariamente, está codificada; lo que en definitiva, en el caso de la situación informática realidad/hombre, significa que siempre se transmite información de una "realidad interpretada", esto es, representada a través del código correspondiente.

De acuerdo con ello, decidimos que tal característica debería quedar reflejada en el término con el que designásemos al sistema previo desde el que se decidía el código mediante el cual circularía la información en el sistema realidad/hombre. Así nos inclinamos por la / expresión "sistema representacional" que, en su adjetivo, recoge la / circunstancia de la mediatización representacional de la realidad a que nos referimos.

Pero hay algo más. Es muy probable que nuestro "sistema representacional" y el "paradigma" kulmiano, entendido en el sentido más am

plio atribuido al término (abarcando los veintiún sentidos que la señora Masternam le ha encontrado) difieran por lo menos en las características relativas a su papel en el proceso de desarrollo histórico de la ciencia. El paradigma es algo que sostiene una determinada teoría y que, cuando se produce un "cambio revolucionario" cambia completamente; desaparece para dar paso a otro nuevo. De modo que no hay evolución de los paradigmas. Sin embargo, nuestro sistema representacional es / una noción compatible con una evolución histórica, conforme los objetivos de la ciencia o las revoluciones conceptuales lo vayan exigiendo. De manera que, mientras en la teoría de Kuhn la investigación científica es hasta cierto punto esclava del paradigma, en nuestra interpretación se produce una dialéctica, al estilo de las señaladas por Bachelard, entre sistema representacional y teoría científica; de modo que la investigación se emprende sobre el suelo de un sistema representacional y en las sucesivas ampliaciones de las teorías puede irse modificando tal sistema; este a su vez determinará cambios en la interpretación de otras teorías, conexas con aquella, apoyadas en el mismo sistema representacional, estableciéndose así un circuito de influencia / mutua que determina la dinámica del desarrollo científico.

En el paradigma kuhniano, por otro lado, los modelos ejemplares juegan un papel capital; no ocurre así en el sistema representacional; y además, como los conceptos están por completo "agotados" en la teoría, el paradigma no los contendría (salvo en el sentido en que se use este como teoría o modelo ejemplar); en el sistema representacional, por el contrario, entran los conceptos científicos a formar parte del mismo. El paradigma de Kuhn contiene: generalizaciones simbólicas, paradigmas metafísicos, valores y ejemplares (problemas/soluciones), pe

no posiblemente pudiera decirse que un sistema representacional puede incluir varios paradigmas diferentes.

Pero aún hay una explicación más de por qué hemos preferido utilizar nuestro término, sin plantearnos el hecho de que pudiera haber o no identidad entre los conceptos señalados. El concepto de paradigma está indisolublemente ligado al de "ciencia normal", tal como Kuhn la entiende versus ciencia extraordinaria. Pero el mismo concepto de "ciencia normal" ha sido puesto en entredicho no sólo por los seguidores de la interpretación popperiana de la ciencia, sino también por / otros autores a los que no se puede calificar de dóciles discípulos de sir Karl.

Baste señalar, por ejemplo, las contribuciones de J. Watkins o Stephen Toulmin en el Coloquio Internacional antes citado. No queremos entrar en la problemática planteada en torno a la disputa Kuhn/Popper, sobre la interpretación del proceso efectivo del desarrollo histórico de la investigación científica. Por ello nos pareció que prescindiendo de tal terminología evitamos tener que detenernos en el tratamiento de esta cuestión.

Sólo nos gustaría añadir lo que L. Pearce Williams dejó dicho en el coloquio antes referido: "Como historiador, pues, debo mirar a Popper y a Kuhn con una mirada recelosa. Ambos han suscitado asuntos de fundamental importancia; ambos han hecho profundas observaciones sobre la naturaleza de la ciencia, pero ninguno ha compilado y aducido / hechos suficientemente fuertes como para llevarme a creer que la esencia de la investigación científica haya sido captada. Seguiré utilizando a ambos como guía de mis investigaciones, teniendo siempre presente la observación de Bolingbroke de que "la historia es filosofía enseñada".

da mediante ejemplos". Necesitamos muchos más ejemplos". Quizás la orientación epistemológica que busque dar cuenta de la evolución histórica de conceptos científicos específicos a través de teorías distintas pueda aportar algunos de esos ejemplos que L.P. Williams echaba de menos.

Finalmente conviene dilucidar lo que entendemos por "conceptos científicos", ya que nuestro trabajo se refiere a un análisis sobre aspectos a considerar al abordar el problema del significado de tales conceptos.

Para ello hemos de decir que excluimos de nuestro estudio / aquellos conceptos que, teniendo sus términos correspondientes usos / usos determinados en el lenguaje ordinario, no tienen ninguno específicamente distinto cuando se les utiliza en el lenguaje de la ciencia. Por el contrario consideramos conceptos científicos, y objeto por tanto de nuestro trabajo, aquellos cuyos términos tienen un uso específico en el lenguaje científico, distinto de los que, si es el caso, tienen en el lenguaje ordinario, o carecen de todo uso en tal lenguaje. En otras palabras, consideramos conceptos científicos a aquellos cuyos términos han de situarse en el contexto de una teoría científica para tener sentido dentro del lenguaje de la ciencia.

Así, por ejemplo, en la expresión "bombardeo de partículas alfa" podremos decir que, mientras el primer término (bombardeo) no / corresponde a un concepto científico y por tanto no entraría dentro de nuestro trabajo, el segundo de ellos (partículas alfa. Aunque "partícula" y "alfa" sean gramaticalmente palabras distintas constituyen un solo término al corresponder a un solo concepto) sí cae dentro de los / análisis que hagamos en nuestro trabajo. Téngase en cuenta que también caen dentro del alcance del mismo conceptos correspondientes a término

como "grupo" o "calor" que, teniendo unos usos en el lenguaje ordinario tienen otro uso específico dentro del lenguaje científico (concepto matemático de "grupo", teoría cinética del calor).

De manera que caerían dentro del alcance de nuestro trabajo los conceptos formales y no formales, los observacionales y los no observacionales, los genéricos y los específicos, los ontológicos y los metodológicos, los interpretativos y los descriptivos, las variables / intermedias y las construcciones hipotéticas, etc... Siempre que, como hemos señalado, tengan un uso específico en el lenguaje de la ciencia, no coincidente con los del lenguaje ordinario.

Por el contrario no nos detendremos en el análisis de la dicotomía: término teórico versus término observacional. Nos pareció que tal distinción carnapiana está sometida a tantos análisis contrapuestos que nos veríamos detenidos en las empantanadas discusiones surgidas en torno a su distinción, sin que avanzásemos mucho en nuestro objetivo. Desde nuestro punto de vista (el de tener en cuenta el uso de los términos correspondientes) pensamos que esta distinción es meramente de grado y que la consideración de un término como teórico u observacional está determinada por la óptica que se adopte; la teoricidad u observabilidad son conceptos cuya predicación depende de una cuestión poco menos que convencional. ¿Dónde empieza lo teórico y termina lo observacional, y viceversa?. Hay opiniones para todos los gustos, y, por tanto, también la de dejar de lado la discusión.

Visto lo anterior creemos que no debemos detenernos más en / estas consideraciones previas y así pasamos a la exposición de nuestro trabajo.



**CAPITULO PRIMERO:**  
**CONSIDERACIONES PREVIAS SOBRE EL CONOCIMIENTO,**  
**EL LENGUAJE**  
**Y LOS SISTEMAS REPRESENTACIONALES DE LA CIENCIA.**

#### UN MODELO INFORMÁTICO DEL CONOCIMIENTO

El conocimiento, en cuanto producto de una relación entre realidad y mente, puede ser considerado como el resultado de un proceso de información en el que se establecen unas relaciones de comunicación entre un receptor (el sujeto cognoscente) y un emisor (la realidad conocida). Abraham Moles afirmaba hace algún tiempo: "es legítimo considerar al hombre ( y más particularmente al sabio detrás del hombre -cuando está allí-) en lucha estratégica con la naturaleza y recibiendo de ella mensajes análogos a los anuncios sucesivos de una partida de póker. Es, pues, esa situación la que nos servirá de base en la aplicación de la teoría de la información a la percepción" (1).

Si consideramos que todo conocimiento de la realidad procede en última instancia de los sentidos, esto es, de la percepción de los fenómenos que en la realidad se producen, la pertinencia de la aplicación del modelo informático de la percepción a todo tipo de conocimiento de la realidad queda justificada. La aplicación de este modelo a las relaciones de conocimiento establecidas entre realidad y sujeto / cognoscente puede llevarnos a algunas consideraciones interesantes.

En un proceso de información, de acuerdo con el modelo clásico establecido, intervienen los siguientes elementos:

##### 1.- Elementos propios del hardware del sistema:

- a) Una fente de información, que posee los datos que van a ser / objeto de transmisión.
- b) Un emisor, que transforma la información en una modulación física, susceptible de ser transmitida.
- c) Un canal, que pone en contacto al emisor con la situación de /

salida.

- d) Un receptor en conexión con el emisor a través del canal.
- e) Un destinatario a quien va dirigida la información.

2.- Elementos del software del sistema:

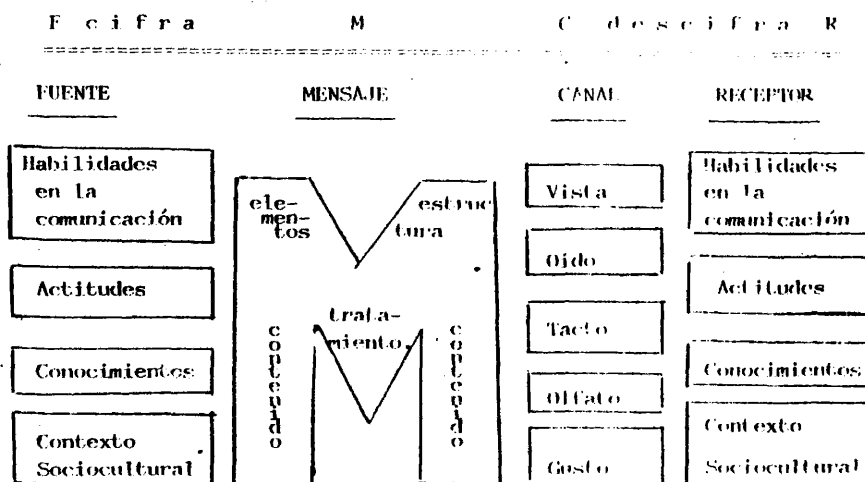
- a) Un código, o conjunto de posibilidades de modulaciones físicas convertibles en señales de elementos de la fuente de información.
- b) Un mensaje, o conjunto de señales específicamente elegidas para la comunicación de la situación correspondiente en la fuente.

Así, por poner un ejemplo esclarecedor, si alguien está leyendo las noticias del periódico de la mañana, el proceso de información que se establece en este sistema consta de los elementos antes señalados; en efecto, la fuente de información es el conjunto de sucesos que han ocurrido en un determinado periodo de tiempo (las veinticuatro horas que han pasado entre edición y edición), el emisor es el periodista que narra los acontecimientos que se consideran relevantes como para aparecer en el periódico; el canal a través del que se transmite la información es el conjunto de manchas de tintas sobre el papel, que se identifican como frases significativas que narran unos hechos; el receptor es el propio ejemplar del periódico, donde vienen escritas las noticias; el destinatario es el lector que está hojeando el periódico esta mañana; el código está formado por la serie de reglas lingüísticas (sintácticas y semánticas) del castellano, que permiten la comunicación entre castellanoparlantes, y el mensaje viene constituido por la estructuración específica de los elementos del código, que permite la transmisión de determinadas noticias con unos términos específicamente determinados.

Conviene señalar de pasada que no puede identificarse el ca-

nal con el mensaje. Las mismas palabras, escritas con distinto tipo de letra o con tinta de otro color constituirían el mismo mensaje (no / se olvide que el canal pertenece al hardware del sistema de información correspondiente) pero transmitido por otro canal. Sin embargo, la utilización de otros términos, con otras connotaciones, en la transmisión de las noticias correspondientes constituirían un mensaje distinto. (Piense en la diversa forma en que dan la misma noticia periódicos de ideologías distintas u opuestas).

El siguiente puede ser un modelo ilustrativo de los elementos que intervienen en un sistema de comunicación. En nuestro caso, lo referente a la fuente habría de sufrir algunas modificaciones, ya que en el caso del conocimiento científico tal fuente sería la propia realidad.



(Tomado de David K. Berlo).

En un proceso de información interviene además, de acuerdo / con el modelo que hemos expuesto, una serie de operaciones a través de las cuales se produce el proceso. Estas operaciones son:

1.- Delimitación de contenidos, en relación con todos aque - los que pueden extraerse de la fuente de información.

2.- Emisión del mensaje a través del canal correspondiente.

3.- Decodificación del mensaje cifrado por parte del recep - tor de la información (esta decodificación no hay por qué asimilarla / indefectiblemente a una operación mental humana; un aparato de radio / decodifica las señales eléctricas que recibe, transformandolas en seña - les auditivas, expresiones del lenguaje del radioyente).

4.- Recepción del mensaje por el destinatario.

Si ahora reflexionamos sobre la situación en la que sencuen - tra el hombre cuando establece una relación de conocimiento con la rea - lidad, veremos que se crea un sistema de información, formalmente idéntico al que hemos señalado. Hay pequeñas variaciones que no alteran la validez del esquema informático cuyo modelo hemos expuesto anteriormen - te.

En efecto, se produce una identificación entre fuente de emi - sión y emisor; ambos están constituido por la propia realidad ( en el ejemplo ilustrativo que proponíamos no ocurría esto, ni en las situa - ciones convencionales a las que se aplica el modelo informático). Por otro lado, el proceso de decodificación es llevado a cabo por el hombre sin conocer, en principio, la clave que la realidad utiliza para comu - nicar sus mensajes. Esto da una importancia extraordinaria al código / que el hombre utilice en el conocimiento, ya que tal código no puede ser compartido por el emisor (la realidad no informa mediante ningún

acto intencional).

Tampoco se produce una delimitación de contenidos de la fue  
te de información por parte del emisor. Esta delimitación de contenido  
la realiza el receptor, en función, tanto de su código, como de la si-  
tuación. No se puede olvidar que el código permite transmitir una se-  
rie discontinua de situaciones sacadas del continuum de todas las situ-  
aciones posibles. De hecho, muchas de las situaciones posibles de la /  
fuente a lo mejor no se producen jamás en la realidad, pero esto no /  
podremos saberlo jamás (del mismo modo que tampoco podremos conocer /  
las situaciones que de hecho se producen independientemente de su se-  
lección por medio del código) ya que siempre necesitamos referirnos a  
ellas a través del propio código.

Pero no se puede olvidar que si la fuente es entrópica en re-  
lación al código, el propio código es entrópico en relación a la serie  
de mensajes que pueden transmitirse mediante el código. De esta manera  
se introduce el concepto de situación. La situación se puede conside-  
rar como un elemento extrasemiótico que, entre otras cosas, determina  
la utilización del código y la selección de uno determinado, respecto  
a otros posibles, en los casos en que códigos alternativos pueden per-  
mitir la comunicación de los mensajes. Jamás se puede transmitir infor-  
mación de la fuente al destinatario sin un código; un código es impres-  
cindible; no ocurre así, sin embargo, respecto a qué código particular  
se utilice. (2)

Sin embargo, todo ello no obsta para que formalmente pueda /  
ser considerado el sistema establecido en el conocimiento de la reali-  
dad como un típico proceso de información, ajustado al modelo clásico  
de información que hemos examinado. "Es posible considerar la naturale

za, vista por el observador científico ( o por cualquier clase de observador, añadiríamos nosotros ) como la compañera de un juego de comunicación que envía a este último mensajes que debe, en el sentido propio de la palabra, descifrar, puesto que ignora a la vez la clave y el contenido" (3)

Por lo demás, Abraham Moles volverá a decir, refiriéndose a la ciencia: "La ciencia aparece como un tipo particular de mensaje de la / naturaleza al sabio. Es la estructura del receptor la que determina la naturaleza del canal. Es decir, que las leyes del conocimiento científico (epistemología) no son sino reglas de presión de fragmentos de conocimientos llamados semantemas y la epistemología debe someterlas a / un análisis semántico y frecuencial, análogo en su principio al de -/ cualquier otro mensaje, dando origen a una epistemología estadística" (4).

Sin embargo, conviene señalar una modificación que se produce en la situación de tipo informático en el caso del conocimiento estructurado en teorías científicas de cierta madurez. En este caso es importante señalar que, en cierto modo, es la propia teoría la que se convierte en fuente de información.

Para nadie es desconocido que las teorías sólo recogen aquellos hechos que son relevantes para las mismas. En este sentido puede justificarse desde el punto de vista informático, las afirmaciones de la obra epistemológica de G. Bachelard, quien considera que el nuevo espíritu científico va encaminado a lograr un conocimiento del tipo de un "racionalismo aplicado", o sea, un tipo de conocimiento en el que / los elementos materiales (procedentes en primera instancia de un contacto con la realidad en un primer momento "fenomenológico") van siendo

arrinconados para ir procediéndose paulatinamente a una construcción / racional de la realidad científica. Este fenómeno puede entenderse, desde nuestro punto de vista, inspirado en el modelo informático del conocimiento, como una consecuencia de la identificación progresiva entre fuente de información y teoría en el conocimiento científico.

De este modo, la ciencia, teniendo una vocación realista (es claro que intenta explicar la realidad objetiva) no puede mantener una filosofía de realismo ingenuo. La realidad científica no es, en ningún momento la realidad natural, tal como se presenta en un primer contacto fenomenológico, aunque sigue anclada en la experiencia como piedra de toque de la validez de las teorías. Conocer científicamente es colocarse en un campo epistemológico situado entre la experiencia y la teorización científica elaborada.

#### EL PAPEL DEL CODIGO EN NUESTRO MODELO INFORMATICO

De nuestro modelo informático vamos a examinar el importante hecho de que existe una considerable diferencia entre la cantidad de / información que puede transmitir la fuente y la información efectiva / que permite transmitir el código.

De acuerdo con el modelo que estamos considerando, los objetos sobre los que versa la información, esto es, los elementos de la / fuente de información, serían, en comparación con los elementos transmitidos mediante el código, un cúmulo de situaciones de entre las cuales se recoge una serie discontinua de ellas, que se cifran e identifi- can por medio del sistema codificante.

De este modo, el sistema codificante sólo permite señalar -/ una parte de todas las situaciones (noticias) existentes en la fuente



y es gracias a esta parcialización o restricción introducida por el código, como se permite la comunicación entre emisor y receptor.

El código es el elemento estructural que permite la comunicación; gracias a él se efectúa un tratamiento de los elementos materiales que forman el contenido de la información, en un sentido tal que, / poniéndolos en correspondencia con una serie de signos, controla las / entradas de información en el sistema comunicativo mediante reglas sintácticas ( que establecen relaciones entre los diferentes componentes / del código) y semánticas (que establecen relaciones entre los componentes del código y aquellas situaciones a las que hacen referencia). Al / mismo tiempo determina las entradas que puede captar el sistema, ya / que delimita el umbral mínimo y máximo de admisión de elementos informativos.

Un código de información tiene como misión, entre otras, reducir el azar y la multiplicidad (la entropía de la fuente en términos de la teoría de la información) y aumentar la probabilidad de aparición de las situaciones o estados que pueden ser comunicados mediante la introducción de un cierto orden.

"En el límite, un mensaje totalmente informativo de redundancia nula, aparece al observador, independientemente del receptor, como carente de toda diferencia con lo que sería un ruido perfecto"(5)

"Si los signos fuesen todos perfectamente independientes y / utilizados de manera igualmente probable, en otras expresiones, si la información fuese máxima, los mensajes no se diferenciarían de lo que podría ser un ruido aleatorio puro en la espera del receptor. No hay / diferencia entre un ruido y un mensaje totalmente informativo, en la / medida que no es susceptible de aparecer ninguna intención (ignorancia

de la clave)".(6).

Repárese, de pasada, en el hecho de que esta circunstancia / justifica adecuadamente la tesis de que es necesaria la introducción del elemento teórico en todo conocimiento; esto es, la necesaria in-/ troducción de "expectativas", ya que de lo contrario, no se produciría información. En todo proceso de información hay algo que el destinatario espera; siempre se apuesta por algo en el conocimiento (es un jue go). Aquello por lo que se apuesta viene dado por la teoría previa a la "experiencia informativa" particular. (Concepto de filtro en la teoría de la información).

Desde una perspectiva muy diferente, Feysabend afirmará que las interpretaciones naturales no son añadidas a un campo de sensaciones previamente existentes; son instrumentos para constituir el campo. "Eliminad - dirá - todas las interpretaciones naturales y habréis eliminado la capacidad de pensar y de percibir... está claro que una persona que hiciese frente a un campo perceptual sin disponer de ninguna interpretación natural, se encontraría completamente desinteresada; no podría siquiera dar comienzo a la empresa científica" (7)

Todo perceptor que busca en el mundo formas o señales las / encontrará tanto mejor cuanto más sepa lo que espera. Y esto que espera viene introducido, qué duda cabe, por una teoría. En un proceso de información el receptor debe estar en posesión de una clave, consistente en todo aquello que él sabe a priori sobre el mensaje, aparte del / simple enunciado del repertorio incluido en el mensaje correspondiente. Esto ocurre, como en todo proceso de información, en el conocimiento. / Según el parecer de A. Moles, el ejemplo de la observación astronómica es convincente al respecto. "Ese dilema constituye un verdadero princi-

pio de incertidumbre del conocimiento, válido en todos los niveles / del mensaje y que, a escala microscópica, coincide con el célebre principio de Heisenberg" (8).

"El observador procurará enunciar el conjunto de leyes de ensamblado que son conocidas a priori por el emisor y el receptor y que construyen la combinatoria de los elementos signos. Esto es lo que se llamará clave en la teoría de la información y que la teoría estructuralista llama, en el sentido propio, estructura, porque con esas leyes podrá reconstruir un modelo de los mensajes en el nivel del observador elegido al empezar".(9).

El código estructura y restringe las situaciones reales, permitiendo la transmisión de la información, parcializándola, disminuyéndola, seleccionándola, frente a la capacidad de información mucho mayor que posee la fuente. En efecto, un código realiza un esquema selectivo de una serie de situaciones que se consideran relevantes, despreciando otras que, perteneciendo a la misma realidad, no se considerarán de importancia para los usuarios del código.

Desde una perspectiva muy alejada de la teoría de la información, ya Whorf se daba cuenta de este fenómeno. Así afirmaba "... el -/ sistema lingüístico de fondo de experiencia ( en otras palabras, la / gramática) de cada lengua, no es simplemente un instrumento que reproduce las ideas, sino que es más bien en sí mismo el verdadero formador de las ideas, el programa y guía de la actividad mental del individuo que es utilizado para el análisis de sus impresiones y para la síntesis de todo el almacenamiento mental con el que trabaja" (10).

Si una señal nos transmite tanta más información cuanto menos probabilidad de aparición tenía (repárese en que la información es

la medida de una posibilidad de selección de un mensaje, esto es, una cantidad de imprevisibilidad de un ensamblado de elementos) al establecer el código un orden y una sistematicidad, queda claro que su capacidad de información es mucho menor que la de la fuente.

En una fuente de información, esto es, en un sistema de la realidad, existe un número "n" de sucesos posibles (mensajes posibles). Si, para simplificar, suponemos que todos los sucesos (mensajes) tienen la misma posibilidad de producirse (ser transmitidos) la información total del sistema vendría dada por el número "n" de sucesos (mensajes).

Pero cuando se introduce un código, se establece un orden en el sistema de probabilidades. Se determina qué combinaciones de elementos (sucesos) son susceptibles de ser transmitidos y cuales no lo son. Por ejemplo, en el sistema alfabético el código del castellano no permite que se combinen en una misma palabra las consonantes "x", "g" y "z" seguidas; con ello este suceso no puede producirse en ningún proceso de información transmitido en castellano. Sin embargo, en la fuente, todas las letras del alfabeto, tal combinación era posible; de este modo el código empobrece necesariamente la información que podría suministrarse desde la propia fuente.

Veamos un ejemplo muy simple que puede ayudar a entender mejor lo que estamos sosteniendo. Si tomamos una situación muy simplificada podremos analizar más fácilmente el fenómeno que estamos indicando. Por ello nos referiremos a un sistema de información en el que el código es muy elemental y sus usuarios son simples máquinas.

Situemosnos en el caso de un conductor que, al volante de su automóvil, conduce por la carretera, (Si nos empeñamos en seguir aho-

rrando energía, posiblemente dentro de poco este ejemplo corresponda a una situación irreal). Supongamos que el automóvil lleva incorporado / un sistema tal que un dispositivo mide la temperatura del motor y cuando alcanza cierto valor emite una señal (una corriente eléctrica, por ejemplo,) que pone en funcionamiento un ventilador.

Para mayor seguridad en el sistema de refrigeración, el automóvil dispone además de un circuito especial que se pone en funcionamiento cuando la temperatura del motor alcanza aún otro valor mayor, al mismo tiempo que se enciende una luz roja en el tablero de mandos / del conductor.

Nos encontramos en una situación en la que se transmite información entre dos máquinas; la primera de ellas señala tres posibles situaciones del estado de la temperatura del motor; la segunda reacciona ante cada una de estas señales, bien manteniéndose sin funcionar, bien haciendo que funcione el ventilador, o bien haciendo que se conecte el sistema especial de refrigeración al mismo tiempo que enciende / una luz roja.

Se ha establecido, pues, un código entre estas dos máquinas y se puede transmitir entre ellas información. Las situaciones que la primera de las máquinas (que puede ser un simple termómetro que al alcanzar cierta dilatación cierra unos circuitos eléctricos) puede transmitir a la segunda y las respuestas de esta última son las siguientes:

a) la temperatura del motor ha superado el valor A, como consecuencia de ello, la segunda máquina pone en funcionamiento el ventilador. (llamemosla situación A).

b) la temperatura del motor ha vuelto a descender desde A / hasta el valor N; como consecuencia de ello, la segunda máquina, me-

diante un circuito de feed-back dejar de accionar el ventilador. (La llamaremos situación N).

c) La temperatura del motor ha superado el valor crítico P, a pesar del funcionamiento del ventilador. Como consecuencia de esto, la segunda máquina pone en funcionamiento el circuito especial de refrigeración y enciende la luz roja del salpicadero del automóvil. (La llamaremos a esta situación P).

Es claro que nos encontramos ante una situación en la que -/ unas máquinas se transmiten información mediante un código. El código es sencillísimo; sólo posee tres señales; por ello sus posibilidades / de información son muy limitadas; en este código sólo se puede trans-/ mitir una ínfima parte de las situaciones reales de las que se produ-/ cen en la fuente de información, referidas a la temperatura del motor.

Las noticias (situaciones) que el código puede transmitir / son o la situación A o la situación N o la situación P; pero es claro que las situaciones reales de la temperatura del motor son infinitamen- te más que las codificadas. Desde que la aguja del termómetro sobrepasa el valor A hasta que vuelve al nivel N, se producen muchas variacio- nes de temperatura que el código no recoge y por tanto no pueden trans- mitirse. Otro tanto ocurre con el paso de la aguja del termómetro de / A hasta P. El empobrecimiento de la información acerca de la fuente, / mediante el código queda evidenciado.

Pero hay más; si se transmitiese toda, absolutamente toda la información de que es susceptible la fuente (todas las situaciones de temperatura) la información no podría producirse. No habría diferencia entre ella y un ruido perfecto. La información transmitida jamás puede agotar la totalidad de las situaciones reales de la fuente. El código

posibilita la información y la recorta; esta es su misión.

Si del mundo de las máquinas pasamos al mundo de los hombres, se producirán en los sistemas informativos algunos cambios y situaciones nuevas, la más importante de las cuales es el paso del mundo de la mera señal al mundo del sentido.(11)

En el universo del sentido, no sólo aparecen códigos denotativos, sino que se establecen a su vez códigos connotativos, de tal modo que cada elemento designativo en un código puede ser un elemento / connotativo en otro código y cada elemento connotativo puede servir de elemento designativo en otro. Precisamente por ello es por lo que en / el universo del sentido el concepto de situación adquiere una importancia extraordinaria en el análisis de los procesos de información.

Sin embargo, en cuanto al hecho de que sigue habiendo mayor cantidad de información en la fuente que en el código, la situación sigue siendo la misma; también en la comunicación entre los hombres, o entre los hombres y la realidad se produce un empobrecimiento de toda la información que es susceptible de suministrar la fuente de noticias

Como hemos indicado, en los procesos de información en que / interviene el hombre se pasa del mundo de la señal al mundo del sentido; no nos encontramos ahora sólo ante el hecho de la transmisión de / unas señales que denotan un estado de la fuente de información, sino que estas señales poseen para el receptor además una connotación, que, a un nuevo nivel, puede adquirir, a su vez, el carácter de denotación, para adquirir una nueva connotación y así sucesivamente; se ha pasado, pues, de la señal al signo.

Así, por ejemplo, cuando el conductor percibe la señal de la luz roja en el tablero de mandos del automóvil, esta se convierte en /

signo; en efecto, le transmite información acerca de ciertos estados de temperatura del motor, pero además puede adquirir para él la connotación de /peligro/; a su vez, esto puede hacer que el conductor decida detener el automóvil hasta que descienda sensiblemente la temperatura del motor, con lo cual /peligro/ ha connotado a su vez /necesidad de detener el automóvil y parar el motor/; si el conductor hubiese estado cerca de una población, quizás la connotación de /peligro/ podría haber sido /tomar una cerveza en el próximo pueblo/ o bien /llevar el coche a un garaje/, etc... según el código que se haya decidido aplicar.

Como se ve, a la mediatización del código se superpone, a su vez la del "contexto" o "situación" en que se produce la información y que a su vez determina en gran medida la interpretación de la información por el receptor. Aparecen, pues, unos presupuestos en la información humana que no pueden ser adjudicados ni al código ni a la fuente de información.

En otras palabras, y de acuerdo con nuestro objetivo, podemos decir que lo emitido por la realidad en el acto de información entre esta y el ser humano está lejos de ser algo asépticamente recibido por el receptor. Hay, indudablemente, un sesgo que nos impide asegurar que, de modo absoluto, nos comunicamos directamente con la realidad /objetiva. La fuente de información tal como es nos está vedada. Ni siquiera podemos pensar cómo podría ser; sólo constatar este fenómeno, /ya que, como dijo Wittgenstein, "para trazar un límite al pensamiento, deberíamos poder pensar los dos lados de este límite (deberíamos, pues poder pensar lo impensable" (12). Lo que, por supuesto, no significa, ni mucho menos, que el pensamiento no tenga límites, sino sólo que no podemos traspasarlos en ningún modo con el pensamiento.



Teniendo en cuenta que, tanto el código a través del que se transmite la información de la fuente, como la "connotación" que los / estados transmitidos poseen para el receptor humano, pertenecen al lenguaje (aunque, claro está, no a un sólo tipo de lenguaje: el verbal. / Existe un lenguaje icónico, gestual, etc...) podríamos decir con Stegmüller que "el mundo no se compone de hechos, o tan siquiera de estados de cosas meramente posibles de un modo independiente del lenguaje. La constitución de la realidad en estados de cosas y hechos es relativa (no a una conciencia pensante o a un sujeto transcendental, sino) / al lenguaje que describa esa realidad" (13).

Whorf había detectado ya este fenómeno cuando afirmaba: "Nosotros dividimos la naturaleza, la organizamos en conceptos, y adscribimos significados, principalmente porque hemos llegado al acuerdo de / hacerlo así - Un acuerdo que se mantiene a través de la comunidad que habla nuestra misma lengua y que está codificado en los modelos de nuestro lenguaje. Naturalmente este acuerdo es implícito y no queda expresado, pero sus términos son absolutamente obligatorios; no podemos hablar sin adscribirnos a la organización y clasificación de información que determina el acuerdo" (14).

Como es claro, esto tiene una importancia tremenda para la / interpretación de la ciencia, ya que ningún científico puede ser libre para describir la naturaleza de manera absolutamente objetiva e imparcial; siempre se ve obligado a utilizar ciertos modos de interpretación, a pesar de que el individuo pueda pensar libremente. Por tanto / hay que afirmar que todos los observadores no son dirigidos a interpretar la imagen del mundo de la misma forma, a no ser que participen de un fondo de experiencia lingüística similar a todos ellos.

#### LA TEORÍA DE LA SEMIOSIS ILIMITADA

Señalemos aquí, puesto que será importante en algún momento posterior de nuestro trabajo, que entendemos el lenguaje y la comunicación humanos como un proceso de "semiosis ilimitada". Es decir, a / nivel lingüístico (no entramos por ahora en el punto de vista lógico y científico) la cuestión de la verdad o falsedad de una expresión por / confrontación directa con un referente extralingüístico, perteneciente a una realidad "independiente del lenguaje", esto es, independiente / del código, no tiene ninguna relevancia. Coincidimos en la idea de "la falacia del referente"; esto es, a nivel lingüístico o semiótico, pensamos que simplemente no interviene el referente, como objeto físico / extralingüístico.

El significado de un término lingüístico no hace referencia a una cosa, un denotatum, sino a una unidad cultural, a una unidad semántica, localizada en un campo semántico. Las cosas son conocidas por medio de unidades culturales o semánticas que son las que funcionan a nivel de componente del significado de un término, en lugar de las propias cosas. Incluso en el aprendizaje de un término por extensión, su significado sólo vendrá dado por su inserción en un campo semántico, / de origen netamente cultural-lingüístico.

La mediatización del lenguaje sobre la realidad hace que la referencia lingüística no sea, en principio, sino una referencia a / una categorización especial que el propio lenguaje aplica sobre el / mundo; y hay que darse cuenta de que dichas categorizaciones no son / esenciales para la construcción de una imagen consistente del mundo; podrían haberse llevado a cabo otras distintas y suministrar así mismo otra imagen coherente del universo. Whorf considera algunos ejemplos

que permiten ilustrar esta relación de mediación del lenguaje respecto a la realidad y la problemática que conlleva. La cita es larga, pero creemos que merece la pena de reproducirse: "En inglés dividimos la mayor parte de las palabras en dos clases que tienen diferentes propiedades gramaticales y lógicas. A la clase 1 le llamamos nombres, como/ por ejemplo, "casa", "hombre"; a la clase 2 le llamamos verbos, como/ por ejemplo, "pegar", "correr" ... Así, pues, nuestra lengua nos ofrece una división bipolar de la naturaleza. Pero la naturaleza no está polarizada así. Si se dice que "volverse", "correr", etc... son verbos porque indican acontecimientos temporales, o sea, acciones, ¿por qué "puñetazo" tiene que ser un nombre?. También es un acontecimiento temporal. ¿Por qué tienen que ser nombres palabras como "lumbre", "ola", "remanso", "pulsación", "llama", "tormenta", "fase", "ciclo", "espasmo", "ruido", "emoción"? Se trata de acontecimientos temporales. Si "hombre" y "casa" son nombres, porque se trata de acontecimientos estables y duraderos, o sea, de cosas, ¿qué son entonces "guardar", "extender", "proyectar", "continuar", "persistir", "crecer" y tantos otros verbos?. Si se arguye que estos son verbos porque se trata de relaciones estables antes que de percepciones estables, ¿por qué tienen que alinearse entre los nombres términos como "equilibrio", "presión", "corriente", "paz", "grupo", "nación", "sociedad", "tribu", "hermana", etc...? Se descubrirá entonces que para nosotros un acontecimiento significa "lo que nuestra lengua clasifica como un verbo" o algo análogo. Y también se descubrirá que no es posible definir "acontecimiento", "cosa", "objeto", "relación" etc... por medio de la naturaleza y que al definir estos conceptos siempre quedamos envueltos en un circuito que vuelve a las categorías gramaticales de la lengua que habla quien trata de definir los concep-

los" (15).

Hay que señalar que mantener el referente como parte del significado implica la necesidad de individualizar el objeto significado por el significante, lo cual, evidentemente, es imposible en un gran número de casos; piénsese, por ejemplo, en los términos disposicionales o los referentes a objetos no existentes, etc...

En definitiva, pretendemos de este modo escapar a toda la problemática que plantean las cuestiones acerca del significado de los términos, cuando nos hacemos preguntas del estilo de estas: ¿qué es /una idea universal?, ¿cuál es el denotatum de /hombre/, (o, desde la perspectiva científica, de /fluido/, /conductor/, /cristal/, etc...)? ¿todos los hombres (o fluidos, conductores o cristales, etc...) que han existido, existen y existirán?, ¿a qué entidades se refieren /centauro/, /sirena/, /calórico/, /lugar natural/, etc... y tantos otros términos /del lenguaje común y del lenguaje científico?.

En realidad, en la comunicación lingüística se están utilizando constantemente expresiones cuyo denotatum, como objeto real, es totalmente desconocido para casi el cien por cien de las personas que lo nombran. Piénsese, por ejemplo, en expresiones como "El Kilimandjaro es un monte de Africa", "el desierto de Gobi es el más importante de Asia", etc... /Kilimandjaro/, /desierto de Gobi/, /Asia/, /Africa/ sólo son, para la gran mayoría de los usuarios de estos términos simples /unidades culturales.

En este contexto se puede entender la pregunta de Carnap respecto a la posibilidad de instruir a un robot, dándole una descripción intensional de los términos correspondientes; nuestro autor llega a una conclusión afirmativa; puesto que el robot puede prescindir del re

curso al referente y los elementos relativos a las intensiones de los términos son independientes de las cuestiones de existencia, el robot puede recibir instrucciones sobre la intensión de términos como /centauro/, /sirena/, etc...(16).

De acuerdo con algún autor (Umberto Eco) habría que sustituir el tratamiento de las cuestiones relativas al referente por el de las relativas al concepto de "interpretante" (17). El interpretante de un término es entendido como otra representación de la misma unidad cultural, el cual, a su vez, puede ser definido por otro interpretante y así sucesivamente.

El significado de un término apunta a algo que sólo puede denominarse mediante otro signo, que, a su vez, tiene otro interpretante denominable también por otro signo que se refiere, desde cierto punto de vista ligeramente distinto, a la misma unidad cultural o semántica que aquel, etc...

Este proceso puede reiterarse indefinidamente, sin alcanzar jamás a un referente extralingüístico, esto es, independiente de un campo semántico en el que ocupe un lugar. Siempre el término utilizado por el hablante se refiere a otro término que ocupa el mismo lugar que aquel en un determinado campo semántico.

John Lyons, en su "Introducción a la lingüística teórica" trata el problema lingüístico del sentido en unos términos que nos parece muy interesante recoger. "Por sentido de una palabra -afirma- entendemos el lugar que esta ocupa en un sistema de relaciones que ella misma contrae con otras palabras del vocabulario. Debe observarse que desde el momento en que hay que definir el sentido en virtud de las relaciones que presentan entre sí los datos del vocabulario, esta noción contiene

presuposiciones acerca de la existencia de objetos y propiedades fuera del vocabulario de la lengua en cuestión" (18).

De modo que, como la igualdad de significado o sinonimia es una relación que se forma entre datos del vocabulario, esta cuestión corresponde al sentido, no a la referencia de los términos. De este modo, la igualdad de referencia no es condición suficiente de la sinonimia; y ello porque el significado de los términos es independiente de su referencia; se puede hablar perfectamente del significado de los datos léxicos, sin suponer debajo de los mismos una realidad extrasemiótica. "Lo que entendemos por sentido de un dato léxico es el conjunto / entero de relaciones de sentido (incluyendo la sinonimia) que este dato contrae con los demás datos en el vocabulario" (19).

Whor afirmaba: "esa parte del significado que se encuentra / en las palabras y que podemos llamar referencia sólo está relativamente fijada. La referencia de las palabras depende de las oraciones y de los modelos gramaticales en los que aparecen. Y es sorprendente comprobar hasta qué cantidad mínima se puede reducir este elemento de referencia. La oración "recorrí todo el camino sólo para ver a Juan" únicamente contiene una referencia firmemente fijada: Juan. El resto no son más que modelos no añadidos a nada específico; ni siquiera "ver" significa lo que normalmente entendemos por tal palabra, o sea, percibir / una imagen visual" (20).

Esto está de acuerdo con la tesis de la semiosis ilimitada; según ella, la comunicación no es más que un proceso en el que se pone en funcionamiento un sistema de conmutaciones continuas, de signo a / signo, señalando una línea asintótica en relación con la línea de las unidades culturales. Estas siempre se presumen como objeto de la comu-

nicación, pero nunca se tocan mediante ella.

De este modo, cada entidad puede aspirar a ser indistintamente significante y significado (cada entidad cultural, se entiende). Con Umberto Eco podemos decir que "el interpretante es el significado de un significante, considerado en su naturaleza de unidad cultural, orientada por medio de otro significante para demostrar su independencia / (como unidad cultural) del primer significante" (21).

Conviene resaltar, pues, que los sistemas lingüísticos no --presuponen necesariamente la existencia real de una sustancia subyacente. "Vamos a suponer para nuestros propósitos de argumentación que las palabras "honestidad", "sinceridad", "castidad", "fidelidad", etc... entran dentro de un sistema léxico con "virtud". La estructura de este / sistema puede describirse a base de las relaciones de sentido que mantienen entre sí sus miembros. Desde este punto de vista, la cuestión / de si hay algunas correlaciones "substanciales" entre los datos léxico y determinados rasgos identificables de carácter o modelos de conducta es irrelevante. Si existen tales correlaciones, deberán ser descritas por medio de referencias, pero no de sentido. En síntesis, la aplicabilidad de la noción de sustancia en semántica queda determinada por el mismo postulado de "existencia" como la noción de referencia". (22).

#### EL CODIGO Y LA POSIBILIDAD DE ACCESO A LA REALIDAD

Desde que se nace se está inmerso en un universo de comunicación y por tanto siempre se recibe la información como una representación de la propia fuente de noticias. En este sentido, el problema / planteado acerca del contacto con la "auténtica" realidad (esto es, la realidad "desnuda", tal como es) y la cuestión de si podemos conocer /

esta en aquellas facetas que sean incommunicables, es decir, objeto de / experiencias inefables, adquiere una dimensión muy interesante.

Nosotros no nos vamos a detener en su consideración, ya que, en lo que respecta a nuestro tema, está en conexión con el problema, / ya analizado por Wittgenstein y discutido por gran parte de los filósofos analíticos de la posibilidad de un lenguaje privado. Naturalmente nos referimos a un lenguaje privado, no en el sentido de un lenguaje / esotérico de un determinado grupo de personas e incluso de un sólo individuo, sino en el sentido de que, siendo de una sola persona, no puede llegar a ser comprendido por ninguna otra, y por tanto no puede ser comunicado; esto es, no un lenguaje accidentalmente privado, sino esencialmente privado.

Como ya hizo observar Wittgenstein, hablar un lenguaje es observar un conjunto de reglas que determinan la corrección del uso de / los elementos lingüísticos. La idea de regla es inseparable de la idea de lenguaje; pero, como se comprende fácilmente, el concepto de regla es necesariamente subsidiario de la idea de corrección e incorrección. Mas en un lenguaje privado no tiene sentido hablar de reglas, ya que / no habría posibilidad de determinar si, efectivamente, un uso lingüístico del hipotético lenguaje privado es correcto.

A lo más se podría tener una creencia subjetiva de haber / efectuado una aplicación correcta de la regla, pero no habría posibilidad de determinar si esta creencia subjetiva responde a los hechos / efectivos. Por tanto en un lenguaje privado la idea de corrección o incorrección carece de sentido. Lo que nos lleva a la conclusión de / que el lenguaje privado es un concepto contradictorio.

No todos los filósofos analíticos están de acuerdo con esta



argumentación. Sin embargo, no podemos detenernos en la discusión del tema (23). En el fondo, puesto que nuestros problemas van a situarse / dentro del marco del lenguaje científico, sólo nos parece necesario / destacar que la ciencia exige comunicación y que, por tanto, todo aquello que es inefable o lo que pudiese ser objeto de un hipotético lenguaje privado no es objeto de ciencia. Por ello, esta discusión no nos afecta: lo incommunicable no puede ser objeto científico; mística y / ciencia son realidades excluyentes.

Sin embargo, las consideraciones que hemos hecho anteriormente sí afectan al problema de las relaciones entre realidad y lenguaje observacional, esto es, el lenguaje que versa sobre los objetos del / mundo que nos rodea del que nos damos cuenta "naturalmente", de nuestro mundo cotidiano, y que pretendidamente podría ser el metalenguaje / de toda una serie de lenguajes especializados que se construyen en la ciencia y en otras ramas del conocimiento.

En efecto, cabe preguntarse si, cuando el hombre habla acerca de los objetos perceptuales es libre de comunicar todo lo que observa y percibe o está condicionado por el código. O más crudamente, si / es libre de observar o percibir objetos de los que podría hablar y objetos que no serían expresables en su lenguaje.

Si tenemos en cuenta que el código va a determinar lo que / puede decirse, la verdadera fuente de información es el propio código. Un código es un sistema de probabilidades ordenadas de cierto modo, que se constituye para poder comunicar algo que pertenece a la fuente de / información. De este modo, el código no puede, como ya hemos dicho, comunicar toda la información que puede suministrar la fuente, sino una serie de mensajes posibilitados por el propio código de entre toda /

ella ( en nuestro caso , la realidad).

La mediatización que el código impone a la fuente de información exige unos condicionantes que se pueden constatar en la forma que la información debe tomar para poder ser comunicada. Esto lleva a imponer formas a la fuente de información que son producto del propio código. Desde esta perspectiva pueden justificarse perfectamente las ideas de Whorf cuando afirmaba: "nosotros adscribimos acción a lo que llamamos "mantener"; porque la fórmula sustantivo + verbo + actor + su acción, es fundamental en nuestras oraciones. Y así nos sentimos impulsados en muchos casos a leer entidades de acción ficticia en la naturaleza simplemente porque nuestros modelos de oración requieren que nuestros verbos tengan delante sustantivos a menos que se trate de imperativos. Nos vemos obligados a decir "it flashed" o "a light flashed", / suponiendo la existencia de un actor, it, o de una luz, a light, para ejecutar lo que llamamos una acción, flash. Pero la acción de flash, brillar, y la luz son una misma cosa; no hay nada que haga algo sin / hacer nada. El hopi solamente dice "rephi". El hopi puede tener verbos sin sujetos y esto concede a esa lengua un gran poder como un sistema lógico para comprender ciertos aspectos del cosmos. El lenguaje científico que ha sido fundado sobre la base de las lenguas indoeuropeas, y no sobre el hopi, lo hace como nosotros lo hacemos, es decir, ve acciones y fuerzas allí donde quizás solamente existan estados. ¿Acaso no / se concibe la posibilidad de que los científicos proyecten inconscientemente los modelos lingüísticos de un tipo particular de lenguaje, sobre el universo y los vean después allí, visibles en la misma cara de la naturaleza, al igual que la buena señora hacía con su gato?. Un cambio en el lenguaje puede transformar nuestra apreciación del cosmos".

Piensese a este respecto, por ejemplo, en la dificultad de / entender, de acuerdo con los moldes que el lenguaje común impone al pensamiento, la dualidad onda corpúsculo, desde una interpretación sustancialista, basada en la gramática de dicho lenguaje.

La Mecánica Cuántica impone la necesidad de una nueva forma de pensar el lenguaje, abstrayendo de las interpretaciones sustancialistas que de modo inconsciente el científico tiende a proyectar. Esto sin embargo, no significa una situación insalvable para la ciencia; precisamente, por encontrarse todo proceso de comunicación humana dentro del universo del sentido y por poseer, por tanto, una gran importancia la situación, el hombre puede elaborar códigos alternativos que, con el tiempo, pueden determinar la forma "normal" de pensar los fenómenos estudiados.

De cualquier modo, en cierto sentido habrá que concluir que es el hombre el que es hablado por el código. Téngase en cuenta que el sistema codificante hace comprensible y comunicable una situación originaria que de otro modo escaparía a nuestro control. De donde se desprende la importancia del código para la determinación de nuestro acceso a la fuente de información ( la realidad).

Worf denunciaba una situación en la que, según nuestro modelo informático, la mediación del código impide la aparición de una nueva forma de entender la información procedente de la fuente: "Sin embargo -afirmaba- la ciencia no puede comprender la lógica trascendental de este estado de cosas, ya que todavía no se ha liberado de las ilusorias necesidades de la lógica común que sólo son necesidades en la base de los modelos gramaticales utilizados por la gramática occidental; necesidades de sustancias, que sólo son necesidades de sus

tantivos en ciertas posiciones de la oración; necesidades de fuerzas, atracciones, etc... que solamente son necesidades para los verbos en / ciertas posiciones, etc... Si la ciencia sobrevive a la amenazadora oscuridad, tomará en consideración los principios lingüísticos y se liberará a sí misma de estas necesidades lingüísticas insorias, mantenida durante demasiado tiempo como la sustancia de la Razón misma! (25).

Cuando Whorf escribía estas líneas en 1942, ignoraba, no sabemos si deliberadamente, al fin y al cabo era un químico y debería estar bastante al tanto de las investigaciones en esta ciencia, que los científicos se debatían en dificultades para interpretar, desde los / moldes de esa Razón con mayúscula que suelen invocar los filósofos, las teorías que iban apareciendo, por ejemplo, en el mundo de la microfísica.

Como consecuencia de ello, los científicos no han abandonado estas teorías "inimaginables", "irracionales" desde los moldes clásicos de la razón, sino que han seguido sosteniéndolas y proponiendo teorías aún más alejadas de estos esquemas racionales clásicos. De manera que la crítica de Whorf nos parece un poco injusta, aunque nos sirva para señalar de dónde pueden venir las dificultades para entender muchas veces lo que las teorías científicas proponen. En el fondo con lo que / nos enfrentamos es con una categoría epistemológica de importancia capital a la que Bachelard bautizó con el nombre de "obstáculo epistemológico" (26).

#### EL PAPEL DE LA SITUACION

Por supuesto, en la comunicación que se establece entre realidad y humanidad, no se superpone a la fuente de información el código lingüístico solamente; hay toda una serie de códigos que se relacio

nan y complementan mutuamente, aunque, como es fácil demostrar, sin / agotar jamás la fuente de información. Entre los factores determinantes de la comunicación que estamos examinando hay que señalar además / la situación extralingüística que permite explicar por qué se utilizan a veces códigos alternativos en la decodificación de la información / procedente de un mismo sistema-fuente.

En la situación informática que hemos denominado conocimiento, el individuo utiliza unos canales (tal como "los sentidos" o las "funciones mentales" que actúan a través de los nervios) a través de los cuales debe transitar la información codificada. Ahora bien, ¿qué código va a utilizar la realidad para transmitir la información?. La realidad, es claro, no puede utilizar intencionalmente ningún código; sólo un partidario del animismo en la naturaleza podría sostener lo contrario.

Por tanto, va a ser el hombre el que introduzca su código correspondiente; pero, ¿cómo utilizará este código?. Echando mano del lenguaje a través del que piensa. El lenguaje determina el pensamiento. / Como afirma Bertrand Russell, "la comunidad sabe más y menos al mismo / tiempo que el individuo. El lenguaje es el único medio que poseemos para comunicar el conocimiento científico; y el lenguaje es eminentemente social; de este modo, lo que hay de más personal en la experiencia de cada individuo se evapora en el proceso de su traslado al lenguaje"(27)

Lo que no se traslada al lenguaje no suministra ninguna información. Cuando la realidad no se "comunica" con el hombre de acuerdo con el código, no procura información alguna; tales "experiencias" no proporcionan ningún conocimiento experimental. Para conseguir transmitir información deberá ir cambiando el código de tal modo que permi-

ta recoger elementos de la experiencia que antes no eran codificables. De este modo se entra en una dialéctica muy importante: la realidad, / transmitiendo su información a través de otros códigos, mediante el / cambio de lo que hemos llamado "situación", logra en cierto modo modificar el código anterior y, al mismo tiempo, el código determina la información que llega de la realidad. ¿Por qué puede producirse este fenómeno? gracias al papel desarrollado por la situación extrasemiótica en los procesos informativos humanos. Por ello la tarea del conocimiento se presenta siempre como una labor esencialmente inacabada.

#### LA FENOMENOLOGIA RADICAL

Todo ello nos lleva a algo que queremos plantear como cuestión de principio: la experiencia pura, la fenomenología radical, es, valga la paradoja, una teoría, una teoría puramente utópica; no es más que el producto del pensamiento teórico del hombre. Toda, absolutamente toda la relación que se puede establecer entre la realidad y el hombre (relación que es de comunicación) está determinada, por lo pronto, por un elemento no experimental (el código) que establece una dimensión teórica insoslayable. Esta dimensión se ve además potenciada por la introducción de las expectativas del sujeto ( la situación) como / elemento determinante del código a aplicar en cada momento; es claro / que estas expectativas vuelven a introducir el elemento teórico al que nos estamos refiriendo, produciendo además una selección de los elementos a los que se va a prestar atención en la recepción de los mensajes.

No es cuestión de recurrir aquí a los numerosos estudios de Psicología social, Psicología del lenguaje, Lingüística sociológica, etc... que desde los estudios de Sapir y Whorf ( y, apurando un poco las cosas, desde bastante antes) demuestran cómo la percepción de la /

realidad está determinada por el lenguaje y la cultura. La realidad es distinta para los usuarios de códigos (lingüísticos o de cualquier otro tipo: icónico, gestual, etc...) distintos. (28).

#### OTRO ENFOQUE CON LOS MISMOS RESULTADOS

Desde una orientación bastante diferente, basándose exclusivamente en los métodos de la filosofía analítica, Wilfrid Sellars ha llegado a una conclusión similar a la que hemos llegado nosotros, inspirados en consideraciones sobre la teoría de la información. También Sellars encuentra las huellas de un elemento teórico en aquel conocimiento que tradicionalmente ha sido considerado el más enraizado en la experiencia pura: el de los llamados "datos inmediatos" (29).

En efecto, W. Sellars, tras el análisis filosófico de una serie de términos relevantes para el problema apuntado, llega a la conclusión de que los datos inmediatos, las sensaciones, no son más que el producto de una teoría que los ha inventado para dar cuenta del conocimiento llamado sensible. El fenomenismo, según este autor, construye también sus elementos teóricos que son, entre otros, los datos inmediatos. Igualmente llega a la conclusión de que, siendo las sensaciones meras construcciones teóricas, no existe un nivel infimo de conocimiento detrás del cual no exista teoría alguna y nos encontremos con la experiencia desnuda.

De este modo, el mundo de la percepción se encuentra, al respecto, en pie de igualdad con la interpretación de las teorías científicas más sofisticadas y con la teoría de los datos inmediatos sensoriales del fenomenismo.

Una teoría científica se admite porque puede sustituir con /

ventaja a otra teoría perceptual del sentido común, pero no puede decirse de esta última que sea más natural que aquella, o que aquella es una traducción más refinada que ésta de unos datos experimentales puros. Sólo cabría decir, a lo sumo, que la del "sentido común" está más enraizada en nuestros hábitos mentales.

Si el lenguaje ordinario referido al mundo observacional puede ser considerado metalenguaje de una teoría científica (y esto, como veremos, no es cierto para las ciencias mínimamente avanzadas), no es porque sea más "básico" que este; es porque el científico posee ya un lenguaje ordinario cuando ha de conquistar el lenguaje científico. Del mismo modo que en una gramática de inglés para españoles, el español es el metalenguaje y en una gramática de español para ingleses, el metalenguaje es el inglés. Y no se puede decir que uno de ellos sea, en sí mismo considerado, más básico que el otro.

El que una u otra lengua sea metalenguaje para unos usuarios le viene dado, no por las características de dichas lenguas en sí mismas consideradas, sino por algo exterior a ellas. No se puede hablar / en este caso de "reducción", sino, a lo sumo, de "traducción"; y como / en toda traducción ocurrirá que ciertos elementos de un lenguaje no serán traducibles al otro; para entender plenamente un lenguaje, pues, / hace falta "pensar" desde él. Del mismo modo, en la relación entre teorías científicas y lenguaje común, respecto de los objetos observacionales, encontraremos el mismo fenómeno: habrá términos teóricos intraducibles a este último lenguaje.

Cuando se postula un lenguaje no teórico absoluto - un lenguaje puramente observacional como última reducción del lenguaje - es decir, un lenguaje no teórico, que a su vez no puede ser lenguaje teó-



rico respecto a otro marco anterior, se desemboca en la imagen de una serie de niveles teóricos que descansan en último término en un lenguaje "de las cosas"; entonces las teorías parecen tener como misión explicar las generalizaciones inductivas que se formulan en el lenguaje de "las cosas", convirtiéndose éste, así, en metalenguaje de cualquier lenguaje teórico; la tarea de la "explicación" que lleva a cabo la teoría consistiría en extraer las generalizaciones correspondientes, valiéndose de las "reglas de correspondencia" pertinentes. Pero esta le parece a Wilfrid Sellars una concepción errónea.

"La idea que subyace a todo esto es, dicho brevemente, que / el valor contante y sonante en cada momento de una teoría que se está desarrollando es un conjunto de proposiciones del marco de observaciones conocido con el nombre de consecuencias observatorias de la teoría y que, una vez que separamos el papel heurístico o pragmático de una / teoría de su papel explicativo, vemos que las consecuencias observacionales de una teoría idealmente acertada valdrían para todas sus finalidades científicas".(30).

Nos parece que esta interpretación del papel de las teorías debe desembocar necesariamente en el problema de la posibilidad de sustituir toda formulación teórica por una formulación del marco observacional (31). Pero con ello, o bien desembocamos en una situación similar al enigma clásico ejemplificado por las "dos mesas de Eddington", o toda teoría parece ociosa, en principio.

La solución a este problema puede hallarse, según Sellars, / si se prescinde de la idea del presunto carácter absoluto del nivel de observación de las cosas físicas, o del nivel de conocimiento de los / datos sensoriales. Cuando se considera un marco (observacional o de /

"contenidos sensoriales") como absoluto, tenemos ya una de las dos mesas. El problema estriba, entonces, en qué hacemos con la otra que nos sobra ( la "mesa" de la teoría científica).

Por otro lado, si se prescinde del marco observacional como marco absoluto, considerándolo en sí mismo como otra teoría más, y este se hace descansar en un nivel más básico, exento de toda teoría, el problema no queda resuelto; simplemente queda relegado a otra parte. / La solución que propugna Sellars es que "hay que rechazar ... que el / marco de las cosas físicas goce de una condición inatacable, pero sin entender tal marco como una teoría con respecto a un nivel más básico" (32).

Según la interpretación de los niveles de teorías que Sellars ataca, existirían tres tipos de entidades en las interpretaciones de / la realidad:

1.- Entidades explicadas y no explicadoras (pertenecientes al marco ínfimo absoluto de todos los niveles, identificadas en un metalenguaje absoluto de todas las teorías).

2.- Entidades explicadas y explicadoras, que quedarían reflejadas en las generalizaciones empíricas.

3.- Entidades no explicadas y explicadoras, que consistirían en el referente de los términos teóricos de las teorías científicas.

Por el contrario, para Sellars, una teoría científica relativa a un dominio de objetos del cual existen enunciados y generalizaciones empíricas en el lenguaje observacional es un marco de referencia / que se propone como competidor que aspira a sustituir al marco observacional, ya que se considera a este poco satisfactorio.

Ahora bien, este marco observacional es reemplazable porque

es un marco teórico; y en cuanto tal, puede ser sustituido por otro. Pero esto no significa que haya por debajo del marco observacional de las cosas físicas un nivel de "observación" más básico, más apegado a lo dado inmediatamente, gnoseológicamente anterior (esto es, los "datos inmediatos" de los sentidos) . La de Sellars "será una tesis según la cual, el marco de las cosas físicas es una estructura teoriforme, / sustituible en un sentido que no conlleve compromiso alguno con un "nivel" más profundo de observación ni de explicación" (33) . Desde este punto de vista, pues, la división en estos tres tipos de entidades anteriormente expuesta no es válida.

En su artículo "Empirismo y Filosofía de lo Mental", Sellars se dedicará a demostrar que el marco de los datos inmediatos, de las / sensaciones puras, que debería ser el nivel ínfimo absoluto de toda / teoría, no es más que una construcción teórica más.(34)

#### LA REALIDAD, COMO REALIDAD INTERPRETADA

En otros términos se podría decir lo siguiente: no se da una realidad y se le añade una interpretación; sólo se da una interpreta- / ción-de-la-realidad. La realidad sólo es accesible mediante una determi- / nada forma de interpretación. "La observación de sentido común" es un acto que lleva ya su carga teórica, como la lleva la "observación" cien- / tífica. En el conocimiento de la realidad no se dan dos componentes / identificables por separado: un componente real y un componente inter- / pretativo. No se observa una realidad para, a continuación, abrazar / una interpretación de ella; la interpretación, la teoría, está dada / desde el principio.

Cuando el hombre de la calle observa un recipiente de cris-

tal, dividido en dos porciones por una membrana colocada verticalmente, que separa dos líquidos de distinto nivel, el científico está viendo moléculas que pasan de un lugar a otro de la membrana, está observando el fenómeno de la presión osmótica. La interpretación científica de la realidad no se añade a la observación natural. Lo que ocurre es que las explicaciones de los fenómenos se hace coincidir en el caso de un sistema con otras situaciones de otros sistemas a cuya interpretación ya se está habituado.

La observación científica no es algo que se añade a la observación natural, rectificándola. No se da un fenómeno observacional al que se añade una interpretación científica. En nuestro ejemplo, el fenómeno observacional para el científico es el conocido con el nombre de "presión osmótica". Para el hombre de la calle tampoco se da como fenómeno observacional un conjunto de manchas y volúmenes al que se aplica una interpretación determinada de objetos de uso común. El fenómeno observacional es el conjunto de elementos de la experiencia ordinaria que observa.

Las manchas y los volúmenes son los objetos de otra construcción interpretativa. En otras palabras: todo conocimiento es interpretación, construcción interpretativa (35). Por ello pensamos que no se puede mantener ingenuamente la idea de que las teorías se verifican mediante la observación de unos determinados fenómenos; el marco observacional, por el contrario, está incluido ya en el propio marco teórico.

De este modo, la traducción del lenguaje científico a un lenguaje observacional, postulada por ciertos teóricos de la ciencia no es, ni mucho menos, un imperativo lógicamente necesario para "entender"

el significado de los términos teóricos científicos.(36)

Puesto que el código introduce ya la dimensión terética en / el proceso de información y va a determinar las posibilidades de ésta, en el caso de la información que el hombre obtiene de la realidad esto significa que el código determina la "concepción del mundo" que se va a tener. Aquello que no puede ser comunicado mediante el código, no / puede formar parte de la concepción de la realidad del hablante cognoscente. Cada código determinará una concepción de la realidad.

La fuente de información es inagotable para el receptor, ya que sólo se accede a ella a través del código; pero la aplicación de / determinado código está en función de la situación en la que se produce el fenómeno de información entre realidad y hombre. De este modo, a una misma fuente de información se puede aplicar distintos códigos en el sistema informático correspondiente. Mas la información procedente de la fuente vendrá determinada por el código; se producirá, así, / una cierta discontinuidad entre las diversas formas de conocimiento que hayan utilizado distintos códigos; existe, de este modo, una cierta irreductibilidad entre la información obtenida mediante uno u otro código.

Por otro lado, como ya hemos indicado, en el universo de la información humana, se pasa de la señal al signo. En estas circunstancias, puesto que, como hemos dicho, se prescinde del referente extralingüístico, queda claro que un componente meramente "físico", puramente "objetual-natural", etc... queda relegado de la información que se establece en el acto del conocimiento entre la realidad como fuente de información y el hombre como receptor. Desde el momento en que existe un "significado" en la información, los objetos sobre los que

versa esta tienen un componente insoslayablemente institucional; ya no son, por decirlo así, "hechos brutos".

Además, la complicación de niveles que se presenta en la comunicación dentro de un "universo del sentido", donde la connotación en un nivel corresponde a la denotación de un interpretante en otro nivel y así sucesivamente, hace que, aunque sea el código el elemento que selecciona y transmite la información, al mismo tiempo es el hombre el / que está capacitado para cambiar de código a voluntad, según la situación en que se encuentra (o decida encontrarse).

Al introducir en el proceso informático un elemento extrasemiótico como la situación (que permite explicar la utilización de códigos alternativos para recibir la información procedente de un mismo / sistema-fuente) se mantiene perfectamente la posibilidad de una disyunción inclusiva entre distintas formas de concebir el mundo real; esta disyunción inclusiva se mantiene, por supuesto, entre el mundo científico y el mundo del sentido común. (37)

Es la situación la que permite darse cuenta de las deficiencias de un código, en relación con la situación informativa que permite otro alternativo; desde dentro de cada uno de ellos, y mirado exclusivamente desde la perspectiva codificadora, este fenómeno de la elección de código sería inexplicable. Si una regla no tiene ninguna excepción en absoluto, no podemos conocerla como regla; simplemente tendemos a permanecer inconscientes de ella, la desconocemos, porque forma parte del fondo de nuestra experiencia del que no nos damos cuenta. Si no experimentamos algo que contraste con ella, no podemos aislarla y formularla como una regla. Sólo cuando se interrumpe su regularidad, / merced a que hemos extendido nuestra experiencia y hemos aumentado /

nuestra base de referencia, como capaces de formularla como una regla.

No nos damos cuenta de que necesitamos respirar hasta que no nos estamos asfixiando, la experiencia de la vida sólo se adquiere / frente a la muerte. Es la situación extralingüística la que permite, / mediante la posibilidad de la elección de códigos alternativos, ir superando las limitaciones de los códigos de información que se utilizan consiguiéndose, de este modo, un perfeccionamiento del mismo, según / los objetivos de información propuestos y una posibilidad mayor de / transmisión de información desde la fuente.

Whorf afirmaba: "si una raza humana, por ejemplo, tuviera el defecto fisiológico de no poder ver más que el color azul, difícilmente sería capaz de formular la regla de que solamente ve azul. El término "azul" no transmitiría ningún significado; en su lugar no existirían términos para designar los colores y las palabras para indicar / las diversas sensaciones de azul contestarían y traducirían nuestras / palabras "luz", "obscuridad", "blanco", "negro", etc... pero no nuestra palabra "azul". Para poder formular la regla o norma de ser solamente azul se necesitarían momentos excepcionales en los que se pudiera ver otros colores" (38).

En la situación de información que se establece cuando el / hombre entra en contacto cognitivo con la realidad, este no puede superar las limitaciones que el impone el canal a través del cual se produce la transmisión de la información: las distintas funciones mentales que a través del sistema nervioso captan la información; pero sí / puede superar paulatinamente las limitaciones de un código determinado mediante el conocimiento de la información suministrada por otro código alternativo. Ahora bien, esto no significa que se traduzcan los /

elementos de un código a otro, sino que se redefinan en función de lo que el otro código suministre de información no asequible anteriormente por el otro código. De esta manera, la tarea del conocimiento se / presenta como una tarea infinita de aproximación a la realidad, pero siempre asintótica con la misma.

De todos modos debe quedar claro que la selección de posibilidades de información que establece el código determina lo que se recibe de la fuente de manera muy precisa. Veamos un ejemplo: a nivel semántico, en el lenguaje ordinario, dentro de la lengua castellana, no puede ser sujeto de un verbo de acción animada un término referente a un ser inanimado. De donde podemos decir que el código correspondiente permite que sea semánticamente correcto decir que el "globo es rojo", (aunque no es incorrecto decir que "la estufa calienta"), pero estrictamente hablando es incorrecto afirmar en el lenguaje ordinario que "el globo rojea".

Otro código lingüístico que permitiese decir con corrección (bien sea porque la situación extrasemiotica ha cambiado, bien porque en otro idioma estuviese permitido) que "el globo rojea", "la hierba / verdea", "el sol amarillea", etc... (o frases correspondientes a estas ideas) determinaría en cierto modo una concepción de la realidad del color distinta a la de nuestro sentido común acerca del mundo del color (para nuestro sentido común el color es estático, en este lenguaje adquiriría caracteres dinámicos inevitablemente).

De hecho, si quisieramos ser consecuentes y ponernos más de acuerdo con la época cientifista que vivimos, tendríamos que aceptar lo que la Física nos dice sobre el color y, puesto que consideramos / que la ciencia es modo de conocimientos superior al del sentido común,



habría más bien que decir que "la hierba verdea", ya que es ella la que absorbe determinados colores del espectro y refleja otros. Otro tanto habría que decir del resto de los ejemplos.

La cualidad y estructura de las sensaciones y percepciones / que entran a formar parte del cuerpo de conocimientos no son indepen- / dientes de su expresión lingüística. No se trata de dos actos, uno ad- / vertir el fenómeno y otro expresarlo mediante la ayuda de un enunciado, se trata siempre de un sólo acto, de una sola situación observacional.

Feyerabend afirma: "Bacon creyó que las interpretaciones naturales eran como las pieles sucesivas de un núcleo sensorial. Por lo que propuso como método de análisis el de quitar estas pieles unas des- / pués de otras, hasta que el núcleo sensorial de cada observación queda- / se al desnudo. Este método tiene graves inconvenientes. En primer lu- / gar las interpretaciones naturales de la clase considerada por Bacon no son propiamente añadidas a un campo de sensaciones previamente exis- / tentes. Son instrumentos para constituir el campo, como el mismo Ba- / con dijo. Eliminad todas las interpretaciones naturales y habreis eli- / minado la capacidad de pensar y de percibir". (39)

En relación con el conocimiento científico, Heisenberg afirma- / ba igualmente: "El objeto de la investigación científica no es ya la na- / turaleza en sí, sino la naturaleza sometida a la interrogación del hom- / bre... las leyes naturales que formulamos matemáticamente en la teoría- / cuántica, no tratan de las partículas elementales en sí, sino de nues- / tro conocimiento de las partículas elementales" (40).

Se trata de superar, pues, un dualismo gnoseológico que dife- / rencia entre realidad y representación, para sostener la existencia de / un único acto de conocimiento de la realidad de un modo objetivo, aun-

que esta realidad no es una realidad "objeto" al estilo del realismo / ingenio, sino una realidad representada, una realidad construida en el proceso de conocimiento. En efecto, el código a través del que se transmite la información procedente de la realidad determina las entradas / que puede captar el sistema. Si un proceso, procedente de la fuente de información no rebasa el umbral correspondiente del nivel del sistema establecido por el código, no informa. Pero si lo rebasa, la entrada de información estará controlada por las reglas sintácticas y semánticas del sistema codificante. La realidad recibida a través del código / será una realidad representada, esto es, constituida.

La misma provisionalidad de la ciencia, actualmente hoy indistintamente reconocida en todos los sectores científicos, puede abonar la tesis de que la realidad científica es una realidad interpretada, construida. De lo contrario, o la ciencia no se refiere a la realidad, o la realidad ha ido cambiando conforme han ido cambiando las teorías científicas, o toda teoría está condenada a ser falsa, es decir, / ya son falsas todas las teorías científicas que en la actualidad tenemos por válidas.

Más admisible parecería entender la historia de la ciencia / como una sucesión de modelos (exposiciones científicas del comportamiento de los fenómenos) aplicados a la explicación de la realidad interpretada que el científico va construyendo. El científico no construye solo el modelo (este sería el estadio final del proceso) construye también, en cierta medida, la realidad científica.

La ciencia es, pues, un conocimiento constructivo. El conocimiento científico constituye su objeto y lo hace por medio del lenguaje; gracias a que se construyen nuevos significados de los términos, o

nuevos términos teóricos, se constituyen nuevos objetos. Los objetos / científicos no son los objetos propios de una fenomenología de primera aproximación a la realidad; no son objetos pertenecientes a la realidad descubierta por el sentido común, expresados en lenguaje observacional. Las ciencias aparecen formadas cuando tienen un lenguaje formado. De tal modo que ya con Galileo se hace sentir la necesidad de un lenguaje científico, distinto del lenguaje de la observación común de la realidad; y el propio Galileo hará constar que la obra principal / del científico consistirá en construir un lenguaje científico, frente a otras especies de lenguaje.

"Muy a menudo - dice Agazzi - las disputas filosóficas acerca de los contenidos del saber científico, es decir, acerca de lo que "la ciencia dice", están viciadas por el desconocimiento de las diferencias entre el "decir de la ciencia" y el "decir" de otros discursos humanos" .(41).

Es más, la realidad construida por el científico será distinta según otros elementos de la propia ciencia desde la que se construye el objeto científico; ya no es sólo el código, es la situación extralingüística también la que, junto con otros factores, va a determinar el carácter de la realidad científica.

" Un investigador que esperaba aprender algo sobre lo que / creían los científicos que era la teoría atómica preguntó a un físico distinguido y a un químico eminente si un átomo de helio era o no una molécula... Para el químico el átomo de helio era una molécula, puesto que se comportaba como tal respecto a la teoría cinética de los gases. Por la otra parte, para el físico, el átomo de helio no era una molécula ya que no desplegaba un espectro molecular. Puede suponerse que am-

los hombres estaban hablando de la misma partícula; pero se la representaban a través de la preparación y la práctica de investigación que le era propia" (42).

De esta manera, lo que llamamos "pensamiento científico" ha desarrollado una serie de dialectos diferentes que, en la actualidad / se están convirtiendo en algo mutuamente ininteligible. El término "espacio", por ejemplo, no significa lo mismo para un psicólogo que para un físico. De hecho, entonces, nos encontramos con una multitud de lenguajes científicos y un lenguaje observacional del sentido común. En / realidad se podría decir que todo se reduce a una sola distinción: lenguaje técnico y lenguaje no-técnico. El lenguaje del químico es técnico para éste, pero no técnico para el profano; más claro es esto en el caso del lenguaje del psicólogo, donde el profano usa términos como, por ejemplo, inteligencia, personalidad, etc... de modo muy distinto a como lo usa el científico ( y no se olvide, como dice Agazzi, que todo el mundo es profano en aquello de lo que no es especialista; en el caso del lenguaje del psicólogo, por ejemplo, el biólogo, el físico, el químico.... son tan profanos como el hombre de la calle; y lo mismo pudiera decirse de cualquiera de ellos respecto a los demás).

¿Deberemos, entonces, recurrir al lenguaje observacional del sentido común, del hombre de la calle, como punto de encuentro de los distintos lenguajes científicos? ¿Habrá que concluir que, puesto que / al fin y al cabo, como los físicos son minoría dentro del universo de los hombres, se debe aceptar como código básico el del hombre de la calle y afirmar que "la hierba es verde" y no que "la hierba verdea" y / que a la postre se podrá explicar en el lenguaje observacional llano / del hombre de la calle las distintas interpretaciones físicas de los

fenómenos de color?.

Whorf afirmaba que el lenguaje científico (el pensamiento // científico, al fin y al cabo) era una especialización del tipo de lengua indoeuropea occidental que se ha desarrollado en una serie de dialécticas y de dialectos; con ello implícitamente afirmaba la reduci- bilidad de los distintos lenguajes científicos a ese tipo de lengua // europea occidental que constituye el lenguaje ordinario del hombre de la calle. Mas si la ciencia significa un progreso de conocimiento so- bre el que tiene el hombre de la calle acerca de los fenómenos que es- tudia el científico, no parecería muy deseable perpetuar, como lengua- je de referencia última, uno que responde a un modo de conocimiento / bastante deficitario.

Sin embargo, casi todos estaremos de acuerdo en que no es / preciso sacar las cosas de quicio y que no hay ninguna necesidad de // sustituir por el código científico el código del sentido común en las relaciones cotidianas, ordinarias, del hombre con las cosas que le ro- dean. La comunicación humana se produce en un universo de sentido y en el "mundo natural", en el mundo cotidiano, las connotaciones de unos tér- minos son diferentes a las de esos mismos términos en códigos diferen- tes. Al fin y al cabo, en el lenguaje poético, que también utiliza un código distinto al del lenguaje ordinario puede igualmente decirse. / que la hierba verdea, o que la luz se entristece; las connotaciones y el sentido de dichos términos tampoco coinciden con los del lenguaje ordinario y, que sepamos, nadie propone seriamente cambiar de un códi- go a otro en la vida cotidiana, a pesar de que las relaciones con las cosas serían más bellas.

"No se trata tanto de superar una presunta imprecisión del /

lenguaje común, como de determinar un empleo de los términos que dé lugar a un horizonte semántico bien delimitado y, por tanto, en última instancia, otro lenguaje. Así, por ejemplo, el hecho de que en electricidad la noción de "tensión" sea caracterizada de un modo riguroso mediante las ecuaciones que la ligan a otras cantidades físicas fundamentales y mediante la referencia a operaciones de medida perfectamente establecidas, no significa que con ello se haya pensado adecuadamente un término impreciso del lenguaje común, sino más bien, que se ha instituido un nuevo significado apoyándose en el término común. Este nuevo significado sólo conserva una relación muy remota con la constelación de significados que en el seno del lenguaje común acompañan a expresiones como "tensión ideal", "tensiones de la situación política" o similares" (43).

De este modo nos negamos a admitir la idea de que existe un código básico a partir del cual pueden elaborarse otros códigos, por una traslación de significado; puede hacerse, pero esto no significa que uno sea en sí más básico que otro. Existe un lenguaje ordinario que es el que nos resulta más natural; pero esto no significa que en sí sea el código básico al que puedan y deban reducirse los elementos del resto de los lenguajes científicos; de hecho, es en este lenguaje ordinario donde se refugia y tiene su alimento el obstáculo epistemológico de que hablaba Bachelard.

De modo que no nos parece imprescindible la referencia a un lenguaje observacional del sentido común al que en definitiva deba ser traducible cualquier otro lenguaje con sentido; Russell, por ejemplo, podría ser un representante de esta postura, al menos en algún momento de su obra; sin embargo, las razones que aduce no nos convencen. (44)

Russell afirmaba: "Toda ciencia empírica, por abstracta que sea, debe contener en todo vocabulario mínimo palabras descriptivas de nuestras experiencias. Cuando se completa la cadena de las definiciones hasta llegar a los términos de los que sólo hay una definición ostensiva, aún los términos más matemáticos, como "energía", deben depender, en cuanto a su significado, de términos que describen directamente las experiencias y que hasta dan nombres a experiencias particulares en las que podrían llamarse 'ciencias geográficas' ".

"Las cualidades y las relaciones, si no son experimentadas, sólo pueden ser reconocidas por medio de descripciones en las que todas las constantes denotan cosas que son experimentadas. Se sigue de esto que un vocabulario mínimo para lo que experimentamos es un vocabulario mínimo para todo nuestro conocimiento. La consideración del proceso de la definición ostensiva hace obvio que esto debe ser".

Por otro lado, si el conocimiento hasta cierto punto es constructivista, en virtud del hecho de que será el hombre quien imponga el código de información a la fuente real, se puede decir que por lo menos hasta cierto punto hay libertad de construcción. Ello significa que el conocimiento científico puede liberarse de esas exigencias tan fuertes que la "biografía" del sujeto impone a todo conocimiento humano, según Russell.

En cuanto negamos la existencia de un código básico al cual deban reducirse los distintos códigos alternativos que se puedan utilizar en función de las distintas "situaciones" extrasemióticas en que se ve implicado el sujeto, no podemos mantener la exigencia de un "vocabulario mínimo" al que se reduciría todo conocimiento, dependiendo de las experiencias observacionales del sujeto.

El lenguaje ordinario, pues, no puede ser el juez del "sentido" de los términos del lenguaje científico, como tampoco puede serlo del lenguaje poético o del lenguaje religioso, pongamos por caso. De modo que, a pesar de que la función apofántica del lenguaje ordinario sea común con la del lenguaje científico (¿y quién nos dice que no tiene también una función apofántica el lenguaje poético?, ¿no llega acaso el arte a un conocimiento de la realidad en aspectos inaccesibles a la racionalidad?, ¿no hace ver y comprender cosas de la realidad a la que puede llegar el conocimiento intelectual?) no se puede establecer una reducción de aquel a este.

Se supone a veces que, si bien los códigos connotativos son alternativos, hay un código básico denotativo que no es alternativo con ningún otro y que constituye la base de los códigos connotativos. Así, se podría afirmar que se es libre de utilizar un código connotativo cualquiera en función de la situación extralingüística correspondiente, pero siempre hay un código denotativo básico, el correspondiente a la situación recogida objetivamente por los aparatos de registro; tal es la garantía de objetividad del neopositivista.

Mas habrá que oponer a esto que tal código básico denotativo se encontraría a nivel del universo de señales y no a nivel de significaciones y que, además, tales aparatos serían producto de una teoría previa que pertenece ya al mundo del sentido.

Como quiera que el proceso de comunicación en el que participa el hombre es un proceso que atañe a significaciones, en este sentido no puede decirse que existe un código básico preferente, desde un *a priori*, para establecer el modo más adecuado de decodificar la información que pueda recibir el hombre.



Otra cosa es que, por la situación extralingüística, los objetivos propuestos en la conducta informativa, etc... y la mayor frecuencia, sobre todo, de situaciones aparentemente más apropiadas para la utilización de tal código, se prefiera en la vida cotidiana el código correspondiente al lenguaje común.

Desde este punto de vista es insostenible la tesis de una / deseable y necesaria traducción de los lenguajes científicos a los lenguajes observacionales del sentido común. El lenguaje ordinario no tiene por qué ser el metalenguaje del resto de los lenguajes humanos. El lenguaje ordinario no se remite a unas puras señales. En realidad el hombre es incapaz de plantearse la comunicación como recepción de una pura serie de señales y, por tanto, no puede plantearse como código / básico, desde esta perspectiva, un código de señales.

En realidad, el término utilizado tendrá diferente significación, según el código que se aplique, en función de la situación correspondiente. Esto es inevitable y no se puede dar preferencia absoluta a ningún código sobre otro. El significado de los términos se establecerá mediante oposiciones, dependientes de la situación extralingüística; así, por ejemplo, /tierra/ significará algo así como tierra firme, si lo oponemos a /mar/; pero significará un determinado planeta del sistema solar si lo oponemos a /sol/; o a /marte/, etc... la tierra puede ser un valle de lágrimas si la oponemos a la vida eterna, y puede significar una serie de valores para el agricultor, frente a las tropelías del pastor, etc...etc...

Habría, pues, que concluir que, según el marco teórico al que se haga referencia, en función de la situación extralingüística, así será el significado del término, en función del código utilizado.

No hay un código preferente para recibir una información que procede de la fuente, consistente en un sistema de la realidad, de modo no intencional. Repetimos que este código lo determina el destinatario en función de la situación extrasemiótica correspondiente. De este modo, las reglas de correspondencia entre los términos del lenguaje teórico científico y los del lenguaje común observacional no son meras / traducciones de uno a otro. Como dice Sellars desde una perspectiva / bien distinta a la que aquí hemos venido desarrollando, se trataría , más bien, de "redefiniciones".

"... las redefiniciones deben ser tales que no sólo equivalgan a pedir que la figura del signo del orden de las observaciones que está en correlación con una expresión teórica dada sea sintácticamente intercambiable con ella, sino también que se atribuya a esta el papel perceptivo y operativo de aquella, de modo que las dos expresiones se conviertan en sinónimas por reajuste mutuo". (45)

De manera que presentar una teoría científica es pretender / que el lenguaje teórico científico puede sustituir al lenguaje observacional en su propio terreno descriptivo de la realidad, en su función apofántica, sin pérdida de significado.

En este contexto puede entenderse perfectamente la posición de los epistemólogos partidarios de las tesis discontinuistas entre el sentido común y el conocimiento científico ( en otras palabras , entre lenguaje común y lenguaje científico) y las afirmaciones acerca de la incommensurabilidad existente entre teorías científicas opuestas, ya que, de acuerdo con lo hemos venido diciendo, no podrían referirse a un universo de lenguaje común a las mismas, en cuyo seno ambas podrían ser comparables.

Tenemos, pues, que señalar que estamos de acuerdo con ellos en lo sustancial y nos adherimos a la tesis de Bachelard, Cavaillés, Koyré y otros, frente a L. Brunschvig, Duhem, Crombie y el resto de / los epistemólogos partidarios de las tesis continuistas.

En cuanto a la tesis de la incommensurabilidad entre las teorías opuestas hay que decir que es necesario hacer una serie de precisiones y matizaciones que ayuden a esclarecer aún más la situación. De cualquier modo volveremos más adelante en este mismo capítulo sobre la cuestión.

Ahora bástenos indicar que, en efecto, de un modo u otro las teorías científicas vuelven tributarias del lenguaje observacional / porque son contrastables a través de ciertos resultados, que se obtienen a partir de enunciados observacionales, formulados en el lenguaje ordinario. De este modo, se busca comprobar la hipotética existencia / de las entidades teóricas inobservables, mediante los resultados que / se producen en el mundo de lo observable.

Pero esto no significa, ni mucho menos, que a partir de aquí quepa inferir que toda teoría científica deba ser traducible en enunciados del lenguaje observacional; o más exactamente, deba ser exhaustivamente traducible al mundo de la observación del sentido común, para tener un significado. Por ello no podemos estar de acuerdo con Russell cuando afirma que todos los elementos de las teorías científicas son reductibles, en última instancia, a enunciados observacionales del sentido común, enunciados "geográficos" del sujeto. Pretender que todo término teórico tenga una correspondencia observable, o que / de lo contrario no tiene significado, es confundir el criterio de significación con el criterio de verificación.

Como resumen de lo anterior podemos, pues, decir que hemos /  
obtenido hasta ahora dos resultados de nuestras reflexiones:

a) Todo conocimiento de la realidad es inevitablemente parcial; tanto en el sentido de que jamás logrará agotar la fuente, ya / que siempre se realiza como apropiación de una información a través de un código que delimita los aspectos de la fuente a los que se permite ser comunicados, como en el sentido de que lleva introducido un elemento teórico que, en principio, por sí mismo no tiene ningún justificante que le haga preferible a algún otro. Será la situación extralingüística, definida por elementos pragmáticos, la que convertirá en preferible uno u otro elemento teórico.

"Si la naturaleza es un interlocutor en un juego inmenso que el sabio juega contra el mundo que le rodea, la ciencia misma no es más que un tipo particular de mensaje de esa especie particular de seres / humanos o casi humanos que son los sabios" (46).

b) Como consecuencia de lo anterior hay que concluir que no hay un lenguaje "ordinario", "común" que sea observacional, con preferencia al resto de los lenguajes y al que quepan reducirse las distintas teorías científicas para determinar su propia significación y que sirve, al mismo tiempo, como piedra de toque para determinar mediante la experiencia, especificada como tal en este tipo de lenguaje, qué / teoría sea superior a las demás entre las teorías científicas rivales en la explicación de unos fenómenos.

#### EL PROBLEMA DEL PROGRESO CIENTÍFICO

Queremos criticar ahora un expediente que se ha manejado excesivamente y de un modo muy simplificado para justificar la idea de /

"progreso científico" ante el ataque de aquellos teóricos de la ciencia que, como P.K. Feyerabend, por ejemplo, defienden la tesis de la / incommensurabilidad de teorías científicas rivales y por tanto niegan validez a la idea de progreso científico.

Según los defensores de la incommensurabilidad de las teorías científicas, los términos de éstas, aunque aparentemente hablan / de "lo mismo" (espejismo producido por recibir los términos los mismos nombres) no significan la misma cosa. Así, por ejemplo, el significado de términos como "masa", "energía", "espacio", "tiempo", etc... consiste en algo distinto en la mecánica newtoniana y en la teoría de la relatividad. Una y otra teoría, por tanto, no hablan de lo mismo; no se pueden, pues, comparar.

Se ha respondido a esta argumentación manteniendo la idea de que las teorías sucesivas van presentando un mayor ajuste a la realidad y que la justificación de la idea de progreso científico consistiría / en la contrastación del ajuste progresivo de estas teorías a la realidad objetiva; es decir, aunque desde dentro de una teoría no se puede decidir sobre otra, ya que se está en marcos conceptualmente distintos se puede constatar un diverso grado de ajuste a los fenómenos que explican cada una de ellas, y una mayor capacidad de explicación de unas sobre otras, triunfando con el tiempo las que demuestran cumplir mejor estos requisitos.

No obstante, hay que señalar que una teoría, hablando con -/ propiedad, se caracteriza porque el núcleo principal de sus conceptos responde a entidades que no son directamente observables y cuya existencia, sólo de modo indirecto puede ser sometida a contrastación. Pero aquí se presenta, según pensamos, una dificultad fundamental.

Es algo, al parecer muy demostrado ya, que en teorías distintas la observación se refiere a elementos diferentes y se encuentran cosas relevantes para las teorías muy distintas de una a otra. Galileo, por ejemplo, no observaba lo mismo que observaban los aristotélicos; aunque concedamos que tenían delante lo mismo. De este modo, lo real es distinto en una y otra teoría. No hace falta resaltar que esto hace muy problemático el concepto de ajuste a la realidad. ¿A qué tribunal podemos recurrir para justificar la idea, aparentemente clara e intuitivamente plausible de progreso científico. ¿Con qué derecho podemos considerar superior una teoría a otra?.

Lo real, de cualquier modo, como ya hemos dicho, es sobreabundante al conocimiento. Todo conocimiento es conocimiento teórico en una de sus dimensiones y las teorías, entre otras cosas, son esquemas de la realidad. De este modo, de una misma realidad pueden obtenerse muchos esquemas diferentes, como de una catedral, por ejemplo, pueden obtenerse innumerables vistas parciales. La comparación bergsoniana del conocimiento intelectual con una serie de fotografías sobre la realidad que nunca llega a atraparla en su auténtica y total verdad, puede servir de ilustración a lo que aquí defendemos.

Esto es muy importante para comprender que la sustitución de unas teorías por otras no consiste en un mero arrinconamiento o falsación de las teorías superadas, mediante su contrastación con la realidad; no, como afirma Kuhn, ninguna teoría se contrasta con los hechos desnudos. "No process yet disclosed by the historical study of scientific development at all resembles the methodological stereotype of falsification by direct comparison with nature" (47) .

Los experimentos cruciales son, hasta cierto punto, lisa y /

llanamente un espejismo científico. "Como es sabido los antiguos científicos y metodólogos (J.S. Mill, por ejemplo) hacían muy frecuentes apelaciones a los llamados "experimentos cruciales" o experimenta crucis, los cuales, según ellos, eran capaces de suministrar a las leyes de la naturaleza una validez absoluta, irreformable. Pero basta tener presente la importancia del factor convención en la formulación de / cualquier ley y en la descripción exacta de cualquier fenómeno para / comprender que ningún experimento podrá tener nunca ese carácter "crucial". En realidad, la confirmación de una ley física cualquiera por / una observación experimental no es una cosa aislada, sino que depende esencialmente del modo como la observación es interpretada por la teoría en cuyo marco se encuentra formulada la ley en cuestión".(48).

Tal como afirma Skolimovski, "los fenómenos, en especial los fenómenos empíricos, así como los llamados "hechos" son consecuencias de nuestras teorías. No hay forma de captarlos o definirlos si no es / por medio de la red de nuestras teorías. Puesto que están constituidos por nuestras teorías, no es de extrañar que soporten y confirmen estas teorías" (49).

En definitiva, siempre es una "vista parcial" de la realidad la que se compara con algo que no es sino nuestras expectativas acerca de lo real. Y nuestras expectativas pertenecen, de acuerdo con nuestro análisis del proceso de información en que consiste el conocimiento, al receptor y tienen un origen teórico.

Como Popper afirma, un problema aparece cuando se incumplen nuestras expectativas, cuando necesitamos una nueva vista parcial de / la realidad que la teoría antigua no puede suministrarnos. En otras palabras: no está en la realidad desnuda el tribunal al que hay que ape-

lar cuando se comparan entre sí teorías rivales, porque toda realidad a la que somos capaces de acceder es una realidad representada siempre y representada en función, principalmente, de nuestras necesidades / pragmáticas. "Al igual que la antigua teología, la ciencia "crea" sus hechos y símbolos, que están coligados como fenómenos y teorías, y luego los encuentra "allí fuera" porque los ha creado" (50).

Sin embargo, el concepto de experimento como contraste de la adecuación de las teorías a la realidad no puede minusvalorarse. La ciencia, en realidad, no crea los hechos. Es cierto que los objetos científicos no son objetos materiales naturalmente dados. En cierto sentido son objetos sociales, esto es, objetos construidos en la ciudad científica y por los científicos. Pero la ciencia, que puede dar "forma, color, orden" a los hechos, no por eso los crea en el sentido estricto de la palabra.

Quizás habría que decir mejor que la naturaleza se ve obligada a producirlos, acuciada por el científico que le indica el modo cómo hacerlo. En definitiva, hay que decir que las observaciones significativas de una ciencia son las que cumplen unos criterios de relevancia incorporados por las teorías vigentes, pero que al mismo tiempo, las observaciones son capaces de modificar las teorías mediante el reconocimiento de lo que son los hechos.

Hay descubrimientos exigidos por la teoría, pero también hay descubrimientos que obligan a cambiar la teoría o a abandonarla. Estos hechos, indudablemente, no se podrán analizar desde la teoría; hay que trascenderla para tener una visión crítica de ella; pero esto no es imposible. La historia de la ciencia lo demuestra. Y este fenómeno a su vez, demuestra la insuficiencia del análisis de los conceptos cien



tíficos desde una perspectiva exclusivamente intrateórica.

La historia de la ciencia apoya, según los casos, la interpretación del experimento como corroborador de la teoría o como generador de teorías. Ambos fenómenos se dan frecuentemente. "...evidentemente no puede existir una respuesta filosófica final y absoluta a la pregunta ¿qué es experimentar?. La experimentación como demostración o corroboración de la teoría es seguramente diferente del experimentar como fuente generadora de la teoría. Cuando las actividades de laboratorio son así de diversas, es inútil buscar una fórmula filosófica única que abarque todo aquello que se llama "experimento". Mejor es explorar cada caso de investigación según sus propios méritos, aprendiendo con ello qué papel peistemológico, semántico o metodológico ha desempeñado este experimento individual con relación a esta teoría particular".(51)

En otras palabras, habría que decir que el abandono de la / idea "fuerte" de los experimentos cruciales no puede hacernos olvidar que, al fin y al cabo, es el experimento la piedra de toque de las teorías y que la naturaleza, si bien es sumisa y dócil, no es una esclava incondicional que se deje moldear de un modo creativo completamente libre, por parte de la subjetividad del científico. La experiencia aporta elementos de irracionalidad que el científico debe ir superando en un proceso de racionalización creciente y, al parecer, ilimitado. Pero este proceso no puede hacerlo el científico a su antojo; la naturaleza impone sus exigencias. De cualquier modo, como las teorías quedan atrapadas frecuentemente en una actitud similar a la de "peor para los hechos", el "ajuste a la realidad" no parece ser un buen criterio para establecer una comparación entre teorías rivales.

Como afirmaba Braitwaite, para la casi totalidad de las hipótesis científicas que ya superen las generalizaciones de nivel inferior de los sistemas deductivos, no se puede llevar a cabo ni una refutación completa, ni una prueba completa. En casi todos los sistemas, pues es posible mantener cualquier hipótesis, frente a datos o testimonios aparentemente contrarios, sólo con el hecho de modificar los demás. (52)

Se podría afirmar que las construcciones interpretativas de la realidad suministradas por las teorías no guardan una relación con la experiencia, similar a la que existe entre un molde y su vaciado; / más bien habría que decir que guardarían una relación similar a la de un líquido y un objeto sumergido en él (manteniendo la salvedad de que el líquido disuelve las asperezas e irregularidades del objeto sumergido). De cualquier modo, queda siempre un residuo al que la teoría debe acomodarse; de lo contrario, no estaríamos ante una ciencia experimental, sino ante una ciencia puramente formal. Más como este residuo puede ser limado por la acción del "líquido teórico", el ajuste a la / realidad de unas y otras se presenta como un criterio problemático para decidir, por este único elemento, la superioridad de una teoría sobre otras.

#### LA CUESTION DEL PROGRESO CIENTIFICO Y EL PROBLEMA DE LA RACIONALIDAD

Se ha pretendido acudir, pues, a otro tribunal para poder / comparar las teorías científicas rivales: el tribunal de la racionalidad. Sería este un tribunal imparcial, universal y "eterno", que decidiría entre las teorías en conflicto, cuál de ellas es más racional y cuál se adapta mejor a unos cánones eternos de racionalidad. Ha costa-

do mucho trabajo hacerlo, pero parece que también se ha llegado a la / conclusión de que el ideal de una tal racionalidad es un espejismo.

El criterio de racionalidad debería encontrarse en el reconocimiento de la validez de los axiomas, las implicaciones formales y las necesidades lógicas de las que dependen los enunciados de un sistema en cuestión. Se asimila así la racionalidad a la logicidad y se define el tribunal de la razón, en cuanto exige un sistema inmutable de axiomas y principios de validez universal. En efecto, los principios / de la racionalidad deberían ser históricamente invariables; deberían / constituir un sistema de principios universalmente válidos y evidentes de modo inmediato.

Mas hoy se ha hecho evidente que los juicios y conceptos intelectuales están expuestos a una relatividad histórico-cultural, lo / mismo que lo están las ciencias y las prácticas morales, las instituciones sociales, los preceptos legales, etc... "En los últimos setenta años, los hombres, finalmente, han adquirido conciencia de que la relatividad de los juicios humanos no sólo afecta a la moral, la religión y las relaciones personales, sino también a todos los otros tipos de / conceptos, incluyendo los más fundamentales de nuestras ideas científicas... los conceptos que emplea un hombre, los patrones de juicio racional que reconoce, cómo organiza su vida e interpreta su experiencia, / todas estas cosas dependen, al parecer, no de las características de / una "naturaleza humana" universal o de la evidencia intuitiva de sus / ideas básicas solamente, sino también del momento en que nació y el lugar en que vivió" (53).

Entonces, ¿qué significado puede tener la idea de "autoridad racional", con qué pretensiones puede requerir la adhesión intelectual

a determinados conceptos y modos de pensamiento? ¿Cómo hemos de decidir cuáles de ellos tienen esa autoridad intelectual? Parece que no se puede suponer que nuestros conceptos y métodos, por muy imparciales que se nos antojen, tengan la garantía de unos principios inmutables y universales para todo ser racional.

"Se nos educa en ciertas ideas acerca de la sociedad y la realidad, sobre la geometría y el álgebra, sobre la materia y el universo; aprendemos a considerar ciertos métodos de investigación y tipo de argumentación como racionales o científicos y otros como supersticiosos o tontos, sólo para descubrir que en otras partes y en otros tiempos han inspirado igual convicción y autoridad ideas, métodos y argumentos muy diferentes. ¿Qué defensa puede hacerse, pues, fuera de la costumbre, de (por ejemplo) las ideas geométricas de Euclides o de Riemann o de Minkovski, en comparación con las concepciones espaciales de los aborígenes australianos o los chinos clásicos?... En todas las esferas, el reconocimiento de la diversidad conceptual da al problema de la racionalidad y la autoridad una embarazosa agudeza" (54).

Al igual que se ha constatado la relatividad de la ética, de la percepción objetiva de la realidad, de los lenguajes, etc... También parece haberse constatado la relatividad de la racionalidad. Y en relación con este problema se han enfrentado durante largo tiempo dos concepciones antagónicas. Ambas, sin embargo, parecen haber fracasado en su intento de dar cuenta de los cambios aparentes o reales de los patrones de racionalidad.

Tal como Toulmin explica (Cfr. su obra "La comprensión humana") los intentos de raíz platónica por justificar la existencia de un patrón absoluto de juicio racional, postulando una racionalidad eterna

han sido vanos y han chocado con innumerables problemas. El núcleo de esta justificación consistía en considerar la historia de los conceptos como un proceso de aproximación hasta llegar a la concepción correcta, absolutamente racional, eterna, inamovible. "A menudo - decía Frege - sólo después de un inmenso esfuerzo intelectual, sostenido, / quizás a lo largo de siglos, la humanidad logra, finalmente, el conocimiento de un concepto en su forma pura, despojándolo de los agregados irrelevantes que lo velan ante los ojos de la mente".(5 ).

Frente a lo que Frege nos dice, hay que señalar que lo importante con respecto al conocimiento de la realidad, no es discernir cómo, tras un esfuerzo intelectual, se eliminaron los agregados irrelevantes de los conceptos puros para llegar a unas idealizaciones perfectas, sino cómo justificar la sustitución de un conjunto de concepciones teóricas por otro y cómo comparar, mediante procedimientos imparciales, los méritos racionales de unos y otros sistemas conceptuales.

En esta perspectiva platonizante los principios de racionalidad no pueden dar cuenta del proceso de cambio conceptual, ni pueden justificar las cuestiones referentes a la aplicación de los sistemas conceptuales cuando se los pone en práctica. Se necesita demostrar una vinculación entre los patrones eternos e inmutables de la racionalidad y la práctica concreta de la ciencia, conquistando el conocimiento racional de la realidad.

"Cuando nuestra tarea es juzgar hipótesis alternativas dentro del ámbito de una sola teoría científica, los procedimientos formales de la lógica y la teoría de la probabilidad - las pruebas de significación, las técnicas de adecuación de curvas, etc...- pueden sernos útiles; pero desde el momento en que tenemos que com-

parar hipótesis formuladas en términos de teorías diferentes, nos salimos del marco de esos procedimientos. Todo intento de juzgar las novedades conceptuales en la ciencia o de hacer comparaciones a través de los límites intelectuales entre teorías rivales pronto nos lleva más allá del dominio de un análisis puramente formal" (5)

Del mismo modo, el enfoque exclusivamente historicista, a pesar de encontrar en su crítica de las teorías platonizantes la raíz de las dificultades del problema, desemboca en un fracaso similar. Acaba confesando la imposibilidad de ningún punto de vista imparcial que justifique adecuadamente la racionalidad de un argumento. La conclusión en las teorías historicistas es la imposibilidad de autoridad alguna que sirva de juez imparcial en el caso de decidir entre teorías y métodos rivales, que se presenten con pretensiones de racionalidad.

En un sistema de conceptos unas cuestiones se relacionan con otras, pero estas relaciones están establecidas siempre en función de unas presuposiciones de carácter más general en las que se basan. Todas las explicaciones racionales son tales de modo relativo a consideraciones y presuposiciones más generales, las cuales, a su vez, lo serán en relación a otras anteriores y así sucesivamente hasta llegar a un conjunto de presuposiciones básicas absolutas.

Hay que señalar que lo que llamaremos sistema representacional y que sostiene todas las presuposiciones implícitas que rodean a las teorías científicas, suministra las bases sobre la que se construye la racionalidad científica. Sin embargo, esto no significa que los elementos del sistema representacional impliquen, estrictamente hablando, las aserciones de la teoría correspondiente.

En efecto, ya Frege había señalado la diferencia entre una /

implicación lógica y una presuposición. La relación de presuposición entre "p" y "q" difiere de la relación de implicación lógica entre ambos enunciados en lo siguiente: en ambos casos si "p" es verdadero se deduce que "q" es también verdadero. Pero si "p" implica a "q" y "q" es falsa, se infiere que "p" también es falsa, en cambio, si "p" presupone "q" y "q" es falsa, sólo puede decirse que "p" es indecible, es decir, no puede deducirse de ello ni la verdad ni la falsedad de "p". Esto suele ocurrir con muchas teorías científicas cuyos enunciados resultaron ser falsos pero cuyas presuposiciones del sistema representacional siguieron manteniéndose, al no poder deducirse de la falsedad de aquellos nada sobre estas.

Para que la relación de presuposición sirva para derivar verdades tiene que considerarse como una relación entre enunciados; ahora bien, también hay que señalar que las aserciones pertenecientes a los sistemas representacionales están, en innumerables casos, presupuestas de modo tácito; de manera que la relación entre los elementos de un sistema representacional y los de una teoría científica es más complicada de lo que pudiera parecer a primera vista. No se puede establecer simplemente entre ellos una relación de presuposición lógica en todos los casos aunque en algunos de ellos pueda verse fácilmente así. En definitiva habría que decir que la relación entre los supuestos del sistema representacional y las teorías científicas es más complicada que la / presuposición lógica a la que Strawson define así: " una aserción A supone una aserción A' si la verdad de A' es una condición previa a la / verdad o falsedad de A "(58). No es este exactamente el tipo de presuposición al que nos estamos refiriendo; en muchos casos podría encontrarse esta; pero en otros sería mucho más difícil descubrirlo; este

tipo de presuposición lógica sería el resultado formal, pero no responde a la situación real histórica que se produce en el proceso de construcción de la teoría científica.

Dentro de este último conjunto de presuposiciones básicas se pueden establecer comparaciones entre conceptos y proposiciones pertenecientes a un mismo sistema de presuposiciones. Sin embargo, hay que señalar que, de acuerdo con la postura historicista, no existen principios o procedimientos para comparar proposiciones y conceptos relativos a conjuntos diferentes de presuposiciones absolutas; de aquí se desprende que la postura historicista debe desembocar necesariamente en un relativismo que niega validez al concepto de una racionalidad que exhibiera sus patrones de modo inmutable.

Sin embargo, "sólo podemos elaborar una historia conceptual adecuada de una disciplina intelectual si escudriñamos los procesos o procedimientos por los que los sistemas conceptuales totales (las presuposiciones absolutas y todo lo demás) se desplazan unos a otros en el curso de su desarrollo histórico" (59).

Pero si se exponen razones para justificar el remplazo de unas presuposiciones básicas por otras (puesto que en la evolución del conocimiento científico se producen estos cambios) la validez de estas argumentaciones deberá juzgarse a partir de algún principio o presuposición más general con lo que las presuposiciones absolutas, que inicialmente se autosustentaban, pierden esta característica. La única solución sólo parece ser declarar la irracionalidad de estos cambios de presuposiciones básicas, de los que las personas, por otra parte, casi nunca son conscientes cuando se producen en ellos; en otras palabras: no sería asunto de una elección racional la cuestión de la adhe-



sión a unas presuposiciones básicas absolutas.

#### LA CUESTION DE LA RACIONALIDAD EVOLUTIVA

Sin embargo, todos estamos interiormente convencidos de que las disciplinas intelectuales manifiestan una continuidad muy importante, a pesar de los cambios radicales que a veces se producen en sus / contenidos teóricos. Y es que metodológicamente hablando exhiben unos objetivos intelectuales y unos métodos racionales, seleccionando sus / procedimientos en función de unas razones más dependientes de la empresa intelectual acometida que del cuerpo de nociones teóricas que va integrando sucesivamente los contenidos de la disciplina.

De otro modo, el propio concepto de progreso científico podría resultar bastante problemático, pese a que internamente se esté convencido de la efectividad del mismo a lo largo del tiempo. A este respecto, quisieramos traer a colación el siguiente pensamiento de Bachelard: "se puede discutir sin fin sobre el progreso moral, sobre el progreso poético, sobre el progreso de la felicidad. Hay sin embargo un progreso que escapa a toda discusión, es el progreso científico / cuando se le juzga en la jerarquía de los conocimientos, en su aspecto específicamente intelectual" (60).

Ante este problema, Feyerabend, por ejemplo, propone una / "Teoría Anarquista del Conocimiento" ( que afecta, por descontado, al conocimiento científico), reiterando la fórmula del "todo vale" y propuganando un "principio de proliferación de teorías". Feyerabend propone actuar "contra-inductivamente" y, puesto que, según él, distintas teorías rivales en el dominio científico son incommensurables, sostiene / que el auténtico método científico debería consistir en la proposición

de teorías contradictorias con las ya admitidas, más bien que en la introducción de teorías nuevas que deban reunir el requisito de ser consistentes con las ya aceptadas.

El debate sobre la racionalidad de las ciencias (estimulado muy recientemente con las discusiones en torno al modelo de evolución científica propuesto por T.S. Kuhn en su "Estructura de las Revoluciones Científicas" parece que puede encontrar una solución alternativa mediante la introducción de un nuevo modelo de racionalidad que evite la identificación de este concepto con el de logicidad.

En esta línea se insertan los modelos "razón evolutiva" que han propuesto, entre otros, Toulmin, Campbell y Skolimowski. Por otro lado, Lakatos se acerca a esta solución también, con sus consideraciones sobre los "programas de investigación".

En concreto, el análisis de Toulmin, con su distinción entre conceptos sistemáticos y conceptos disciplinarios puede aportar datos muy interesantes para la solución del problema que estamos examinando.

Toulmin afirma: "las cuestiones de "racionalidad" conciernen precisamente no a las doctrinas intelectuales particulares que un hombre (o grupo profesional) adopta en cualquier momento dado, sino a / las condiciones y la manera en que está dispuesto a criticar y modificar esas doctrinas a medida que pasa el tiempo. La racionalidad de una ciencia, por ejemplo, no está encarnada en los sistemas teóricos co-/rrientes en ellas en momentos determinados, sino en sus procedimientos para llevar a cabo descubrimientos y cambios intelectuales a través de el tiempo" (61).

De este modo Toulmin traza una distinción muy importante entre conceptos y principios "teóricos" o sistemáticos, que definen los

contenidos de las disciplinas científicas en un momento histórico dado y conceptos y principios "disciplinarios", que definen "los objetivos intelectuales básicos de una ciencia y le dan una unidad y una continuidad reconocible" (62).

Son conceptos y principios teóricos, por ejemplo, los conceptos de valencia, peso atómico, número atómico, etc... en Química; el principio de gravitación universal de Newton en Física, el concepto de "estructura de grupo" en Matemáticas, etc... Son principios disciplinarios la exigencia de que en Fisiología se expliquen las funciones en términos químicos, que en Psicología se aplique una batería de tests previamente validados para estudiar la inteligencia del sujeto, que en las aplicaciones de cuestionarios se utilicen en Sociología determinadas técnicas de muestreo, etc...

Los conceptos y principios teóricos, en cuanto integrantes / exclusivos de los contenidos de las disciplinas científicas pueden contribuir a identificar logicidad con racionalidad; de este modo, pueden llevar a la confusión de identificar ciencia exclusivamente con un conjunto sistemático de proposiciones sobre un determinado dominio de la realidad. Si ocurre esto, se plantearán agudos problemas en relación con la evolución de los conceptos y teorías científicos.

Por el contrario, los conceptos disciplinarios corresponden a las formas comunes de entender la empresa racional en que consiste el cultivo de una disciplina científica, adoptadas por los cultivadores de ella. Tanto los seguidores de una teoría científica, con unos determinados conceptos teóricos, como los defensores de otra teoría alternativa, con otros conceptos teóricos distintos, coinciden en estos conceptos disciplinarios.

"Cuando dos posiciones científicas comparten objetivos intelectuales semejantes y caen dentro del ámbito de la misma disciplina, siempre puede discutirse en "términos racionales" la transición histórica entre ellos, aunque sus respectivos defensores no tengan conceptos teóricos en común. La radical incomprensión es inevitable sólo cuando las partes de una disputa no tienen nada en común ni siquiera en sus / ambiciones disciplinarias".(63)

Así, por tomar un ejemplo del propio Toulmin, Bradwardine / podría haber entablado una discusión con sentido con los defensores de la óptica newtoniana tras un previo periodo de acomodación para llegar a entenderla. Siempre cabe encontrar una base de comparación entre las ideas de Bradwardine acerca de la naturaleza de la luz y de los fenómenos luminosos y las de la óptica de Newton, ya que ambos compartían principios disciplinarios comunes. No habría podido ocurrir otro tanto entre las ideas sobre óptica de Newton y de Goethe, ya que sus respectivas teorías carecen de concepto disciplinario común alguno.

Como se sabe, Goethe intentó elaborar una ciencia puramente descriptiva, que sólo se interesase por los fenómenos visibles, esto es, los fenómenos que se producen en la experiencia inmediata, relegando / por completo la experimentación. Goethe intentaba modificar el "aproxach" del científico a la naturaleza. Tenía miedo a que la naturaleza fuese destruida por la avalancha de la ciencia técnica que utilizaba / el método experimental. Los experimentos, según él, sólo engendrarían efectos nuevos y artificiales. Su Óptica es un ejemplo de este intento de retorno al método empírico tradicional, anterior a la utilización del método experimental.(64)

Del mismo modo, Leucipo y Demócrito hablaban de átomos; pero

los átomos de ellos no son comparables con aquellos de los que nos hablan, por ejemplo, Rutherford o P.M. Dirac. El ideal explicativo ha cambiado radicalmente de unos a otros. Los métodos son opuestos (deducción frente a experimento; metafísico frente a físico, etc....). Sin embargo, sí serán comparables los átomos de Rutherford y los de Dirac aunque les asignen propiedades distintas, ya que el modelo atómico de uno y otro difieren notablemente; sin embargo, su commensurabilidad le viene dada por el sistema representacional en el que un modelo y otro de átomo se sitúan.

Hay que entender, pues, el contenido de una ciencia, no sólo como una "población de conceptos" articulados en un sistema de cierta coherencia lógica, sino como un conjunto de conceptos (entre los cuales se pueden encontrar, claro está, estructurados algunos en sistemas) y métodos de representación explicativos que pretenden cumplir los objetivos intelectuales propios de dicha ciencia. De esta manera aparecerán en la ciencia conceptos y métodos "razonables" frente a otros que previamente han sido declarados descabellados por la comunidad científica. Los conceptos disciplinarios determinan lo racional/irracional.

La fuente de los problemas que integran el objeto de estudio de una ciencia reside en una relación entre las actitudes de los cultivadores de la disciplina y el mundo de la naturaleza que estudian; esta relación es de carácter histórico y los problemas que surgen en ella parecen consistir más bien en un conflicto de las ideas científicas sobre el mundo con la naturaleza o bien en una inconsistencia entre las ideas científicas, o bien porque las ideas científicas comienzan a dejar ver que ellas mismas ya no se adaptan a las exigencias de los conceptos disciplinarios de las ciencias correspondientes. (Unos

conceptos disciplinarios pueden exigir que la teoría que sirva para explicar determinados fenómenos deba servir también para explicar tales otros).

En una ciencia no sólo existen conceptos y métodos intelectuales; también existen objetivos y una actividad sólo será considerada racionalmente científica si va encaminada a dar explicación de los fenómenos correspondientes, mediante conceptos y métodos que estén de acuerdo con los objetivos propios de la ciencia correspondiente. En la ciencias existen unos ideales explicativos y las teorías y conceptos que se van añadiendo históricamente al cuerpo de conocimientos de ella lo hacen porque buscan dar respuesta a problemas que los conceptos y / teorías anteriores no explicaban satisfactoriamente, mediante los mismo conceptos y métodos disciplinarios,

Según esto, la continuidad en la evolución de las ciencias / no hay que buscarla en la propia evolución de los conceptos puramente teóricos, sino en los problemas a resolver ( objeto de los ideales explicativos) y los métodos considerados aceptables para resolverlos.

#### LOS SISTEMAS REPRESENTACIONALES

Estos conceptos disciplinarios, junto a una jerquización de valores intelectuales a factores sociológicos, concepciones metafísicas, etc... constituyen lo que vamos a denominar "el sistema representacional" sobre el que la ciencia elabora sus teorías científicas. Toda teoría científica se asienta sobre unos sistemas representacionales admitidos, constituidos por los elementos que hemos señalado.

Estos sistemas representacionales constituyen lo que se podría llamar el "sentido común" del científico. Determinan, entre otras

cosas, lo que es "razonable" pensar, estudiar, trabajar, esperar, etc... y, en definitiva, investigar. En el sistema representacional quizás se pueda encontrar la raíz de la existencia de una "razón colectiva" de los científicos (al igual que hay una razón colectiva del hombre de la calle, asentada en otros sistemas representacionales que determinan la "racionalidad" del hombre medio). Es a través de ellos como mejor podría entenderse lo que llamaremos la empresa de construir la realidad científica.

En relación a lo que venimos diciendo, se podría señalar un proceso muy próximo al siguiente:

1.- A través del lenguaje común se produce una interpretación del mundo y se enseñan y aprenden las propiedades y relaciones que se establecen entre los sistemas de objetos que se encuentran en el mundo.

2.- A partir de un cierto momento la ciencia utiliza un lenguaje distinto del lenguaje común, pero que puede ser reducido a dicho lenguaje en cuanto versa sobre objetos que también lo son del lenguaje común. La exposición de una teoría rudimentaria científica consiste en la explicación del comportamiento de un sistema de objetos extraídos entre los objetos del "sentido común".

3.- Pero ocurre que se produce una dialéctica, según la cual el lenguaje científico va incorporando al lenguaje común propiedades / de los objetos "científicos" del sistema considerado.

4.- En este punto adquiere su importancia el sistema representacional. En el sistema representacional los objetos de estudio adquieren unas propiedades y relaciones distintas a las del lenguaje común, aunque indudablemente en su origen muchas de ellas se remiten en última instancia a aquél. Mas esto no significa que los términos teóricos

debían ser reductibles obligatoriamente a un "lenguaje observacional" / del sentido común, dependiente de este en mayor o menor grado, que llevaría a cabo una "metaobservación" a la que toda otra sería reductible. Existe un sistema representacional, mediador entre el lenguaje de el sentido común y el lenguaje de la teoría científica; poco a poco / van integrándose al "sentido común" elementos que pertenecían al sistema representacional en cuanto hacían referencia a las propiedades y relaciones de los objetos científicos, entendidos estos de modo distinto a como se entienden en el sentido común.

El sistema representacional quizás sirva para salvar la distancia entre lenguaje ordinario y lenguaje científico. Feyerabend se / niega a admitir que sea absolutamente necesario traducir los términos teóricos a términos observacionales, para poder ser entendido por aquellos que no conocen la teoría correspondiente (o al menos traducidos a las teorías viejas que se conocen). De esta manera, decía Feyerabend, al adulto se le niega lo que se reconoce al niño, en el sentido de que a este se le reconoce que pueda adquirir un lenguaje sin que haya sido necesaria traducción previa de ningún lenguaje anterior. (Y los términos del lenguaje no pueden explicarse todos de modo ostensivo). El niño aprende a hablar y el antropólogo aprende el lenguaje de una tribu, mediante la introducción directa del uso de los términos, sin mediación de términos de otro lenguaje.

El niño aprende a hablar un lenguaje mediante la vivencia de situaciones ostensivas, pero hay otras situaciones que no pueden ser objeto de esta experiencia. ¿Cómo aprende el niño a utilizar el lenguaje? Mediante la vivencia de situaciones intersubjetivas en las que la sociedad le va enseñando el uso correcto de los términos; esto significa



mediante la interiorización de la "forma de vida", en palabras de Wittgenstein, que subyace al lenguaje.(65)

Si decidimos reconocer al adulto la misma capacidad que al niño, también aquel necesitará una "sociedad" que pueda prestar la intersubjetividad necesaria para contrastar el uso correcto de los términos. Necesitaría que se le enseñase intersubjetivamente, por situaciones sociales, el nuevo lenguaje científico. ¿Cómo se hace esto posible?: mediante el marco conceptual del sistema representacional admitido por la "ciudad científica". Este sistema representacional determina la "forma de vida" correspondiente que subyace debajo del lenguaje científico quizás de este modo pueda prestarse un apoyo a la tesis de la necesidad de la existencia de este sistema representacional para poder explicar la sucesión de teorías científicas y su aceptación. El sistema representacional es el nombre con que se engloban muchos factores extra-teóricos que gravitan sobre el lenguaje teórico científico.

Kuhn afirma que la derivación de la Mecánica newtoniana, a partir de la einsteniana, que la englobaría, como modelo parcial, es ilegítima. Y es cierto. Pero ello lo deduce, a partir de la idea de / que "la referencia física de esos conceptos einsteinianos no son de / ninguna manera idéntica a la de los conceptos newtonianos que llevan / el mismo nombre"(66). Mas bien, quizás, hubiera que decir que, la diferencia se produciría, dentro de la tesis de una semiosis ilimitada, entre interpretantes que, no obstante, dentro del sistema representacional ocupan un mismo lugar en la "distribución geográfica" de los conceptos.

Dentro del sistema representacional, pues, se puede hablar de términos científicos que pueden ser identificados y seguidos en su

evolución, no atendiendo a su contenido, a la posibilidad de un análisis intensional, sino mirando a su "oposición" a otros elementos del / sistema representacional, por el "lugar lógico" que ocupan en el mismo. Sólo interesarían, pues, los valores adquiridos dentro del sistema representacional (definidos por las diferentes relaciones en que se encuentran sus elementos) y no por sus contenidos ni por sus referencias hacia fuera de tal sistema.

Dentro del sistema representacional se puede decir que ocurre con cada elemento lo que en una partida de ajedrez con cada pieza: adquieren su valor por su posición respecto a los otros. Por ello cada cambio en alguno o algunos elementos del sistema representacional puede alterar el sentido de ciertos elementos interrelacionados.

Desde esta perspectiva se puede entender mejor la idea de / Kuhn, cuando afirma que un péndulo (esto es, lo que Galileo "ve") no / es una piedra que cae (lo que "ve" el aristotélico) y que, si bien / es cierto que el mundo no cambia, los científicos viven en mundos diferentes. Pero todo ello es más fácil explicarlo desde la teoría de la / "semiosis ilimitada", del mismo modo que se explicaría mejor, por / ejemplo, los cambios conceptuales habidos como consecuencia de la revolución producida por Dalton en la Química.

La realidad, presentándose al científico a través de un sistema representacional, trasciende sobrecabundantemente al lenguaje y / el pensamiento. Es a través del lenguaje colectivo científico (lenguaje que contiene los términos de los conceptos disciplinarios y demás integrantes del sistema representacional) y del pensamiento individual del investigador (mediatizado, eso sí, por unos condicionamientos colectivos) como se puede construir una realidad a partir de otra en la

que se está instalado. Ello sería imposible a partir de la referencia extrasemiótica de los conceptos científicos. El mundo real no cambia / sus leyes en el transcurrir del tiempo, el "mundo científico" evoluciona con la evolución de las teorías y métodos aceptados por la comuni-dad científica.

En la "ciudad científica" (el término ha sido acuñado por Bachelard, al subrayar los aspectos sociales del objeto científico) cada idea y cada elementos construido científicamente tiene su propio docu-mento de identidad, con su nombre, dirección, etc... y además el justifi-cante de su derecho de ciudadanía, que le permite ostentar la "pro-piedad" sobre estos datos. El ciudadano que quiere pasar del extranje-ro a su país debe exhibir su pasaporte en la frontera, antes de llegar a su ciudad y ocupar su vivienda en ella.

Bachelard ha comentado magistralmente los cambios producidos en el "nuevo espíritu científico" ( 67) y ha explicado la "ruptura / epistemológica" que se efectúa en las ciencias en el salto que se pro-duce entre el estado de las disciplinas en el siglo XVIII y primera / parte del siglo XIX y su estado en la segunda parte del siglo XIX y el siglo actual. El análisis que hace del nuevo espíritu científico / deja bien claro que los nuevos conceptos teóricos están en perfecta / discontinuidad con los anteriores en las ramas más avanzadas de la / ciencia ( Física, Química, Matemática ). Sin embargo, es innegable que a pesar de ello seguimos estando considerando las mismas disciplinas / anteriores. Ello puede entenderse mejor si utilizamos como hilo conduc-tor de la evolución histórica de estas ciencias los conceptos discipli-narios contenidos en el sistema representacional y que responden a un "ideal explicativo" propio de tales disciplinas.

Es claro, pues, que los conceptos y métodos disciplinarios / influirán sobre los elementos teóricos de los sistemas. La significa- / ción de tales términos teóricos vendrá dada en función de los proble- / mas que se intentan resolver, determinados a su vez por los ideales ex- / plicativos de la comunidad científica correspondiente. Pero al mismo / tiempo, también estarán en función de aquellos conceptos y métodos dis- / ciplinarios del sistema representacional en virtud de los cuales ha te- / nido sentido formular la teoría científica a la que tales elementos / teóricos pertenecen.

Ya lo hemos visto: situándonos exclusivamente en el terreno de los conceptos teóricos, no damos adecuadamente solución al problema de la evolución conceptual en la ciencia. Intentemos una nueva solución recurriendo también a los conceptos disciplinarios de un sistema repre- / sentacional.

Nos parece interesante proponer un ejemplo en el que se pue- / da observar meridianamente el fenómeno que estamos señalando de la in- / fluencia del sistema representacional sobre el desarrollo del conoci- / miento científico.

Situemosnos en los primeros tiempos de la Revolución France- / sa; empieza a aparecer en este momento histórico el método clínico en / la práctica de la medicina. ¿Pero, qué significa el método clínico co- / mo método de estudio de la enfermedad; qué cambios conceptuales acarre- / a al conocimiento de las enfermedades? El método clínico significa mu- / chas cosas, pero entre ellas la más importante, quizás, sea la aparición / de una nueva forma de entender la enfermedad.

Como aplicación técnica que es, para la medicina el ideal de / la praxis ( el ideal curativo, en este caso) está por encima del ideal

explicativo; sin embargo, no se puede prescindir de la dimensión explicativa y ya veremos como la explicación científica de la enfermedad estará en función de un sistema representacional, con unos conceptos / disciplinarios bastante precisos.

Recuérdese que ya en el Renacimiento el sistema representacional de la Anatomía había sufrido una serie de cambios muy importantes con Vesalio. En efecto, el pensamiento acerca de la naturaleza y valoración del cadáver evolucionará a partir de este gran anatomista. Antes, hasta finales de la Edad Media, un cadáver era sagrado. Sólo se diseccionaban cadáveres de brujas y de reos condenados a muerte.

Peró Galeno había llevado a cabo sus disecciones sobre monos y cuando los anatomistas de la Edad Media realizan alguna disección de cadáveres lo hacen con el libro de Galeno en la mano. Así, repetidamente no coincide la experiencia con la autoridad. Pero no hay que preocuparse, la explicación está preparada; el sistema representacional sobre el que se levanta la medicina y en el que se incluye la práctica de la disección de cadáveres incluye entre sus elementos una metafísica del mal; se supone que este deja sus huellas sobre los órganos de las brujas y de los reos condenados a muerte.

La anatomía de estos reos no es la de un hombre normal; el mal deja su huella en el cuerpo como la deja en el alma; el mal deforma los órganos. Por eso, cuando el cadáver abierto no coincide con los datos que suministra la descripción del libro de Galeno, no se infiere que Galeno esté equivocado en sus mediciones; en cierto modo se podría decir que quien se equivoca es el propio cadáver, en cuanto manifiesta la equivocación moral del hombre a quien ha pertenecido este cuerpo / que ahora se disecciona.

Del mismo modo que el carácter moral de los individuos cuyo cuerpo corresponde a estos cadáveres no era normal, su cuerpo tampoco lo es. Las divergencias entre el libro de Galeno y la realidad del cuerpo abierto a la vista del anatomista son producto de las desviaciones del cadáver, respecto a la norma. Se ve claro que para que la Anatomía adquiriera unos nuevos caracteres científicos deberá liberarse de un sistema representacional que incluye entre sus elementos una metafísica / del mal.

Aún adquirirá la Anatomía una nueva inflexión como ciencia que ayuda al estudio de la enfermedad. Justamente con el método clínico esta ciencia va a sufrir nuevos cambios, productos de las variaciones introducidas en el sistema representacional que subyace a la ciencia médica.

En la medicina anterior a la aplicación del método clínico, el cadáver manifestaba la muerte. La enfermedad se pensaba en relación a la vida y aparecía como el negativo de un original imposible de asignar. La enfermedad era más un deterioro de la vida que una causa de la muerte. Con el método clínico, sin embargo, se va a pensar la enfermedad más en relación con la muerte: la enfermedad dejará sus huellas en los cadáveres lesionados, en los órganos deformados por la enfermedad. El cadáver, la muerte, desvela ahora la vida. El negativo que es la enfermedad tiene un positivo a quien asignarlo: la muerte, el órgano del cadáver sobre el que se cebó la enfermedad que afligió al muerto.

La Anatomía, de este modo, se convierte en un elemento indispensable, capital, para el estudio de la enfermedad. En el nuevo conocimiento de la enfermedad los conceptos anatómicos entrarán a formar / parte de la "teoría de la enfermedad" correspondiente.

Los conceptos teóricos de una disciplina han evolucionado; pero, ¿qué ha ocurrido además de esto? . . Del mismo modo que la primera evolución de la Anatomía sólo adquiere todo su sentido si la situamos en relación a la superación de unos elementos del sistema representacional (los correspondientes a una metafísica del mal), ahora ocurre / algo parecido con la cuestión de la "localización" de la enfermedad.

La revolución en la concepción de la enfermedad suministrada por el método anatomoclínico sólo pudo ocurrir cuando el "espacio" de la enfermedad se localizó en el cuerpo del enfermo. Esto nos parece / hoy evidente y nos cuesta trabajo pensar que se haya podido pensar de otro modo. Sin embargo, hasta el nacimiento del método clínico estas concepciones que nos parecen tan "naturales" eran impensables; localizar el "cuerpo" de la enfermedad en el cuerpo del enfermo, es más, considerar el espacio y el origen de la enfermedad como determinados por el cuerpo del enfermo que sufre, significó una ruptura con un cúmulo de concepciones de las que no fue nada fácil liberarse.

Para nosotros hoy se superponen el "cuerpo" de la enfermedad y el cuerpo del enfermo. La enfermedad se "configura" en el espacio en el que se localiza el mal dentro del cuerpo. Una enfermedad en la que no entre ningún elemento anatómico es difícilmente concebible en la experiencia actual del objeto de la medicina ( piénsese en la dificultad de entender la psicosis como una enfermedad, durante mucho tiempo, al no poderle asignar una localización en el cuerpo). Y sin embargo, no siempre ha sido así.

Antes de la aparición del método anatomoclínico, existía una concepción nosológica de la enfermedad y , dependiente de esta concepción, una medicina "clasificadora" para la cual la configuración de la

enfermedad era totalmente independiente de su localización en el cuerpo enfermo y de su espacialización en los órganos correspondientes. El cuerpo del enfermo era algo secundario, algo accidental en la determinación de la enfermedad.

En esta medicina, la enfermedad se daba en un "espacio ideal" en un "espacio de las especies", donde se definía la "esencia" de la enfermedad por sus relaciones con las otras "especies" de enfermedades y por la analogía de las formas que adoptaba en sus diversas manifestaciones. Las relaciones entre las enfermedades se establecían por su "parecido". Así, no había diferencias entre la naturaleza de la enfermedad de una apoplejía que impide rápidamente la motilidad del enfermo y una enfermedad crónica que poco a poco, de modo muy lento, va anulando todas las funciones del sistema motor; ambas, en definitiva, tendrían la misma forma para la "medicina de las especies". Del mismo modo, una hemoptisis puede convertirse para esta medicina en una hemorragia nasal o en una hemorragia cerebral; en realidad sólo cuenta la "forma" del derrame sanguíneo. (68)

Si bien se piensa, la espacialización esencial de la enfermedad, no viene dada por el cuerpo del enfermo, sino por su "lugar" en una familia de enfermedades. La enfermedad "entra" y "sale" del cuerpo del enfermo. Tiene "vida" independientemente de él. Por eso, el remedio que se aplique a la enfermedad deberá venir dado en función de las características modificadoras que aporta el cuerpo del enfermo; por ejemplo, no puede administrarse un remedio demasiado pronto porque no dejaría a la enfermedad "manifestarse". Como se ve, no tiene sentido una medicina preventiva en una concepción de la enfermedad propia de la medicina de las especies; los cuidados preventivos le aportarían irre-



gularidades a la enfermedad y la harían imposible de tratar. Incluso / si el cuerpo lucha demasiado violentamente contra la enfermedad habrá que administrar el remedio que consiga disminuir su vigor y que, debilitándolo, permita que la enfermedad pueda salir del cuerpo de modo natural; tan naturalmente como entró debe salir la enfermedad.

La espacialización de la enfermedad en el cuerpo enfermo era una espacialización secundaria de la enfermedad; no se puede prescindir de esta espacialización porque, al fin y al cabo, el organismo es la sede de la enfermedad, pero hay que darse cuenta de que no es absolutamente necesario para hacer "inteligible" la enfermedad en una medicina clasificadora, ya que no es necesario que una enfermedad alcance un órgano para definirla. El cuerpo es la ocasión para que la enfermedad se manifieste, pero nada más.

La enfermedad circula libremente en el cuerpo, puede sufrir metamorfosis dentro del cuerpo enfermo, porque, en realidad la enfer-medad no está ligada a ningún soporte anatómico. La nueva distribución anatómica de la enfermedad no modificará su estructura esencial. La / propia esencia de la enfermedad se ve incluso perturbada por el cuerpo del enfermo en el que se produce: la edad, la consistencia física, el género de vida, etc... ocultan la esencia de la especie de enfermedad de que se trate.

Por esto mismo, el tiempo no juega prácticamente ningún papel en la patología de la medicina clasificadora. La enfermedad tiene, por esencia, una duración fija que debe extenderse a lo largo de un periodo de tiempo determinado, porque a priori viene así dado en la estructura de la enfermedad; propiamente hablando, la enfermedad puede decirse que no evoluciona.

La evolución de la enfermedad no puede aportar elementos nuevos, ni acontecimientos que no estuvieran prefigurados. Todo viene pre-fijado en la esencia de la enfermedad. "El conjunto calificativo que caracteriza la enfermedad se deposita en un órgano que sirve entonces de apoyo a los síntomas. La enfermedad y el cuerpo no se comunican sino / por el elemento no espacial de la cualidad" (69).

Pero también hay una tercera espacialización de la enfermedad cuya concepción en nuestros días es totalmente distinta de la que se / tuvo en la medicina preclínica. Nos referimos a las prácticas que se / llevan a cabo social y profesionalmente para tratar la enfermedad. Una enfermedad queda también definida en un espacio social, por los remedios de curación admitidos, los gestos médicos, la asistencia que se / presta al enfermo, etc... es decir, hay una "espacialización institucional" de la enfermedad.

Puesto que la enfermedad es una especie cuya esencia es independiente habrá, por decirlo así, una "naturaleza salvaje" de la enfermedad, una situación en la que se pensará que esta se puede manifestar tal cual es; pero en el espacio social la enfermedad se "desnaturaliza" se desvirtúa.

De acuerdo con el sistema representacional preclínico, constantemente se perturba el curso natural de las enfermedades por las redes sociales que las circundan. La gente de pueblo, los campesinos, / tienen enfermedades "más sanas", sufren dolencias "más naturales" que la gente de ciudad, quienes están sometidos a todas las influencias de la civilización. En estos, la salud disminuye por grados, las enfermedades se diversifican.

"En esta concepción, el hospital es un lugar artificial de /



la enfermedad. El hospital, al no ser un medio natural, puede ocultar el rostro esencial de la enfermedad. En el hospital se produce la "enfermedad de las enfermedades". El hospital es el "templo de la muerte". (70)

Hay un lugar para la enfermedad, el lugar natural de la vida y de la familia. "La medicina de las especies implica, por lo tanto, para la enfermedad una espacialización libre, sin región privilegiada, / sin sujeción al hospital, una especie de repartición espontánea en su lugar de nacimiento y desarrollo que debe funcionar como el lugar para dójico y natural de su eliminación. Allá donde aparece se considera, por el mismo movimiento, que debe desaparecer". (71)

Esto, a su vez, conlleva una problemática social y política que afecta de lleno a las instituciones hospitalarias, reflejándose en el pensamiento político de la época el problema de la asistencia sanitaria. Se afirma que la asistencia deberá llevarse a cabo en la familia; se debe realizar una asistencia sanitaria generalizada, independiente de los hospitales. El hospital es una inmovilización de capitales y lleva al empobrecimiento de la nación. "El enfermo, indudablemente, no es capaz de trabajar. Pero si se le coloca en el hospital se / convierte en una carga doble para la sociedad: la asistencia de la que que se beneficia sólo va a él y su familia, dejada en el abandono, se encuentra expuesta, a su vez, a la miseria y a la enfermedad". (72).

Se propugnará, por tanto, una asistencia sanitaria generalizada fuera de los hospitales; pero esto significa que la asistencia sanitaria estará ligada a la estructura misma de la sociedad. Ahora se necesita una medicina ligada al estado; el estado debe practicar una / política sanitaria general. La medicina se convierte en tema político

de interés estatal. "La medicina de la percepción individual de la / asistencia familiar, de la atención a domicilio, no puede encontrar / apoyo sino en una estructura controlada colectivamente, en la cual es- / tará integrado el espacio social en su totalidad. Se entra en una for- / ma nueva y casi desconocida en el siglo XVIII de especialización insti- / tucional de la enfermedad. La medicina de las especies se perderá en / ella". (73)

Como vemos, el concepto de enfermedad, de cuerpo enfermo, el propio concepto de tiempo como factor interviniente en el proceso de / la enfermedad, el papel del hospital como elemento integrante de la / realidad en la que se desenvuelve la enfermedad, incluso la estimación política de esta, etc... son completamente distintos en la medicina / preclínica y en nuestros días. Si confeccionásemos un "perfil epistemo- / lógico" colectivo, al modo como propone este concepto Bachelard ( si bien este autor sólo habla de perfil epistemológico individual), de / cualquier enfermedad común, bien conocida ya en el siglo XVIII, en la época de la medicina "nosológica", las diferencias serían muy importan- / tes con el que se obtendría en nuestros días de la misma enfermedad.

Sin embargo, ya lo hemos dicho, podría tratarse de una enfer- / medad bien conocida en aquella época, cuya conocimiento científico médi- / co ( en lo que se refiere a los "hechos", esto es, tratamiento, etiolo- / gía, síntomas, etc...) no hubiera sufrido, en realidad, grandes cambios. Es el sistema representacional ( lo que subyace a la "teoría científi- / ca" propiamente dicha de la enfermedad) el que determina, en gran medi- / da, el significado de los términos y los métodos que pueden parecer, / en principio, independientes de estos condicionamientos.

Como hemos visto, esto no suele ocurrir ( el que sean inde-

pendientes) y conviene examinar los condicionantes que determinan la / libertad del científico a la hora de proponer sus teorías; al fin y al cabo, sólo se puede aspirar a la libertad si, previamente, conocemos, por lo menos, las fuerzas que se oponen a ella; sólo a partir del conocimiento de lo que nos determina podemos aspirar a liberarnos de ello.

Queremos pasar ahora a resaltar que ( en función de la influencia de los conceptos disciplinarios de los sistemas representacionales) en la ciencia actual no se puede prescindir de examinar unas circunstancias capitales, extrateoréticas, que determinan en gran medida el significado de los términos de las distintas disciplinas.

Antes de hacerlo, sin embargo, queremos señalar que lo que acabamos de ver en el ejemplo comentado no es una excepción, sino la / regla. Así, otro ejemplo muy analizado, en el que nuevamente se puede observar cómo el marco conceptual del sistema representacional determina lo que sea la significación de los conceptos científicos, se encuentra en el tratamiento alternativo aristotélico y galileano del concepto de movimiento.

El concepto de movimiento en la física aristotélica incluía dentro de su significación, el término "ad quem" de sí mismo. Sin embargo, cuando se considera el movimiento como efecto de una fuerza absorbida por el cuerpo (ya en la teoría del "impetus") se puede separar de la significación del movimiento su término "ad quem".

Hay una diferencia en que el movimiento nazca del interior / del cuerpo "naturalmente", por la actividad de su naturaleza, o porque libere una fuerza absorbida, independiente de la naturaleza íntima del objeto. En el primer caso es imprescindible el término "ad quem" para explicar el movimiento; en el segundo caso no.

Y se dará aún un cambio mayor del significado del concepto / de movimiento cuando, debido a los cambios extraordinarios producidos en el sistema representacional subyacente, se considere indiferente / tanto el movimiento uniforme como el reposo y además se decida no to- / mar en cuenta qué sea lo que produzca el movimiento. Así, Galileo no / se pronunciará sobre el tema. "No parece útil, afirma, investigar cuáles puedan ser las causas de la aceleración".

Los conceptos y los métodos científicos, pues, estarán en / función de la experiencia; pero la experiencia científica no remite a un realismo ingenuo. El objeto científico no es un objeto natural. La aplicación del concepto científico, pues, no es similar a la aplicación de los términos del lenguaje ordinario. El objeto científico es un objeto construido.

Incluso en el acto elemental de la "cosificación" ya nos apartamos de la simple integración de los elementos "naturalmente" dados. "El acto de cosificación de datos implica algo más que integraciones: implica construcción. Construcción conforme a unas reglas; y la objetividad emerge como resultado de este procedimiento: afirmar la objetividad es - en opinión de Margenau - muestra forma de reconocer el éxito del paso desde los datos hasta la totalidad racional de los objetos construidos" (74). Y si esto ocurre en un acto tan simple, mucho mayor será el constructivismo del objeto científico. (A lo largo de nuestro trabajo tocaremos varias veces este punto).

La experiencia científica no se lleva a cabo sobre un sistema real, tal como entiende este término el realismo ingenuo. De hecho la ciencia es constructivista; sin embargo, este constructivismo tiene unas limitaciones impuestas por una realidad que hace valer unas exi-

gencias de concordia entre un mundo real y un mundo teórico. Ahora bien el tipo de concordia viene determinado por el sistema representacional que dictamina qué construcciones científicas son válidas, en función / de los objetivos que se plantea la ciencia. La ciencia es una construcción racional de la realidad, de acuerdo con los objetivos propuestos por el sistema representacional correspondiente.

Es en virtud de los objetivos propuestos por lo que se prescinde de los datos de los sentidos; se hace así, porque estos no permiten alcanzar aquello que se propone la ciencia: "Siendo irreductible el objeto de la experiencia, escapa a la manipulación racional y esta es la razón por la que los puros elementos de la percepción sensible, tales como el azul del cielo, según se lo aprehende de pasada, la fragancia de la flor o la forma vista de esta mesa, nunca pueden figurar por sí mismos en las teorías físicas; es preciso traducirlos a longitudes de ondas, componentes químicos y figuras geométricas: deben ser racionalizados antes de recibir un tratamiento científico". (75)

Por eso habría que decir con Bachelard que el objeto natural no es por sí mismo objeto científico. La ciencia constituirá su objeto justamente cuando consiga inventar un método que construya una teoría a través de las distintas construcciones metodológicas. ( En relación con este tema Bachelard dirá que en el "aproach" científico, no es el mentol el que huele a menta , sino que es la menta la que huele a mentol; la inversión es evidente).

De manera que la realidad, ingenuamente entendida ( la realidad fenomenológica) no mediatiza casi el concepto científico. Al término del análisis más depurado de la realidad, nos hemos quedado sin / ella prácticamente (sin la realidad del hombre de la calle) la reali-/

dad del científico no es la realidad del sentido común; esta se diluye entre las manos del científico.

Por eso, cuando aparece un concepto científico nuevo, este / hecho exige la existencia de una serie de conceptos coherentes con él, aceptados por la ciencia e independientes de la propia teoría en la / que tendrá cabida dicho concepto.

De acuerdo con esta circunstancia, habrá autores que prefieran una orientación epistemológica dirigida a la empresa de efectuar una "conceptualización de los conceptos" frente a la elaboración de un "teoría sobre las teorías". "La vuelta a los conceptos y a su filiación histórica implica volver a los problemas a los que la ciencia intenta responder. Definir un concepto dice Canguilhem, es formular un problema. Pero la formulación de un problema - comenta Lecont - requiere la presencia simultánea y racionalmente dispuesta de un determinado número de otros conceptos que no son necesariamente los que figurarán en la / teoría que aporta la solución".(76)

De manera que buscar la filiación de los conceptos podría, / quizás, dar con la clave de la sucesión de las teorías. Las teorías / científicas no surgen en un vacío de ideas y conceptos científicos. Los términos de una teoría se relacionan de algún modo con sistemas conceptuales diferentes de ellos mismos: otras teorías más viejas, unas concepciones determinadas sobre la ciencia, etc... Estos marcos conceptuales entre los que adquieren sentido las teorías científicas avanzadas están incluidos en los sistemas representacionales que subyacen a las ciencias.

Decía Bachelard que "l'esprit peut changer de métaphysique; il ne peut pas se passer de métaphysique" (77). En efecto, toda teoría



está plagada de presuposiciones tácitas que gravitan incluíblemente / sobre ella. La investigación científica está hecha de una interacción entre teorías nuevas enunciadas de modo explícito y formas viejas de / ver las cosas que se infiltran subrepticamente en las observaciones. Todo ello compone el sistema representacional sobre el que se apoya la teoría científica correspondiente. Mucho antes de elaborar el plan de una contrastación empírica hay que preguntarse si la teoría es razonable, verosímil, si está bien construida, etc... De manera que los intentos de construcción de una teoría sobre las teorías de la ciencia debe remitir al contexto histórico en el que se produjeron las mismas.

#### ALGUNOS COMPONENTES DE LOS SISTEMAS REPRESENTACIONALES

Entre los elementos que forman parte de un sistema representacional pueden señalarse los siguientes:

1.- Una jerarquización de valores intelectuales, admitida / por la "ciudad científica" ; existen unos criterios de simplicidad, / elegancia, profundidad de las teorías, etc... que afectan a la consideración de las mismas y que gravitan tanto sobre la construcción como / sobre la interpretación de las teorías.

2.- Unos juicios de valor acerca de los métodos y objetivos explicativos de las disciplinas científicas, sobre la reductibilidad e irreductibilidad de los fenómenos, etc... todo ello basado en unos presupuestos metafísicos tácitos sobre la naturaleza de la realidad estudiada y de los métodos de conocimiento.

3.- Unos ideales científicos, sobre la unificación de teorías, extensión del alcance de las existentes a nuevos fenómenos, naturaleza de la explicación científica, etc...

4.- Factores sociológicos, referentes a la composición y funcionamiento de los equipos de investigación, valoración social de las investigaciones y del tipo de investigación correspondiente, ideologías dominantes, etc...

No se puede olvidar que un objeto científico es, en definitiva, algo construido, ya que los pretendidos objetos naturales, como se ha dicho, serían un residuo irreductible de la experiencia que escapa a la manipulación racional y no pueden formar parte por sí mismos de las teorías científicas; deben ser racionalizados para recibir un tratamiento científico. El realismo ha de ser superado por la ciencia y se fabricarán relaciones y propiedades que no se dan de modo espontáneo en la naturaleza.

De acuerdo con esto, se podría afirmar con Bachelard que en la ciencia actual "todo es método, todo método aplicado y todo es método rectificado mediante la aplicación" (78). Mas la consideración del método, así como los modos de construcción del objeto científico no se producen en un vacío de conceptos y presuposiciones. Existe todo un sistema de conceptos que en parte los determinan; todos ellos pertenecen al sistema representacional. Entre los fenómenos que determinan el sesgo que el sistema representacional introduce frente al sentido común, con su lenguaje observacional del hombre de la calle, podemos señalar los siguientes:

1.- En el sistema representacional de la ciencia actual se mantiene una valoración muy alta de la experimentación frente a la pura experiencia. Esto viene sucediendo desde los orígenes de la nueva ciencia en el Renacimiento. En este sentido las teorías se refieren a una realidad tratada ya por el científico y la significación de los -/

conceptos científicos vendrá determinada por un uso distinto de los / términos en función de esta experimentación.

2.- En el sistema representacional de la ciencia se busca / una aplicación, dentro del mayor margen posible, de la matemática y / sus distintas ramas: estadística, análisis funcional, etc... para de- / terminar el comportamiento de los fenómenos mediante leyes matemáticas. La gran aplicación del método matemático es un producto propio del sis- / tema representacional de la ciencia en el momento actual.

3.- La reducción y flexibilización de los conceptos es un / ideal al que tiende la ciencia dentro del actual sistema representacio- / nal, ya que permite una mayor precisión en el tratamiento de los fenó- / menos objeto de explicación.

Cuando los conceptos son rígidos (esto es, que por designar / clases, en sí mismos, no admiten relaciones con otros) difícilmente / pueden dar lugar a conceptos relacionales. Sin embargo, si se flexibi- / lizan, esto es, si se cambian por conceptos que admiten variaciones / cuantitativas, permiten establecer relaciones matemáticas. El concepto / "conductor de la electricidad" es un concepto muy rígido en compara- / ción con el concepto más flexible de "resistencia eléctrica"; un cuer- / po es conductor o no lo es ( aunque se pueda hablar de "mejores" y / "peores" conductores de la electricidad, estos son conceptos cualitati- / vos); pero un cuerpo puede ser más o menos resistente al paso de la co- / rriente eléctrica, y, por tanto, tal concepto puede matematizarse.

4.- Deformación de los conceptos respecto del sentido común. / En función de la constructividad del objeto científico, el sistema re- / presentacional de la ciencia mantiene un uso distinto de los conceptos / de sentido común. Los conceptos procedentes de una fenomenología de /

primer contacto con la naturaleza no son válidos. Con la reducción y flexibilización de los mismos, puede conseguirse su racionalización en un tratamiento científico. Sin embargo, esto lleva a la consecuencia / de que los conceptos científicos deben presentarse en innumerables ocasiones como una deformación del significado de los términos en el lenguaje ordinario, de modo que se da por admitido en el sistema representacional que esto debe ocurrir así. Piensese, por ejemplo, en el concepto de inteligencia del psicólogo, en comparación con el del hombre de la calle.

5.- En el sistema representacional de la ciencia se da una / determinación funcional de los conceptos, frente a un pensar sustancialista, predicativo, propio del sentido común. Como consecuencia de ello, la cantidad pasará a ser expresión matemática de las relaciones y no un accidente inherente a la sustancia. El concepto de sustancia / propio del pensar predicativo quedará abandonado. El sistema representacional de la ciencia moderna asume la presencia de lo que se ha dado en llamar un modo de pensar funcional, donde qué sea la cosa de la que se está hablando no tiene significado, frente a lo que ocurre con el / pensar predicativo.

6.- En el sistema representacional de la ciencia actual se / ha producido una liberación de los conceptos científicos respecto de la imaginación; este es un fenómeno que se va extendiendo a todas las ciencias y las teorías científicas. Actualmente, con las revoluciones y crisis de fundamento de las geometrías no euclidianas y la física no newtoniana, se ha incorporado al sistema representacional de la ciencia esta característica nueva, una de las más interesantes dentro de / la "ciudad científica" actual, frente a etapas anteriores de su desa-

rrrollo histórico. El asunto ha sido objeto de numerosos estudios, por lo que no nos detenemos en ello.

7.- En el sistema representacional se tiende a desrealizar los fenómenos dentro de las teorías; esta desrealización de los fenómenos es producto de una racionalización progresiva del objeto científico. A medida que progresa el conocimiento científico el objeto de la / teoría científica se va desrealizando en el sentido de que va perdiendo sus propiedades más evidentes para lo que es una fenomenología de primer contacto con el fenómeno. A medida que la sustancia se va eliminando, la cantidad va rellorando el hueco dejado por aquella; mas esta cantidad no va a ser categoría de lo real (no va a ser categorías de una sustancia, ya que esta se ha ido eliminando). Será entonces más / bien una categoría de la mente; una forma de pensamiento. De esta manera, la matemática, vehículo de explicación de las relaciones de cantidad, no será sólo, como veremos, una forma de lenguaje, sino principalmente una forma de pensamiento.

De cualquier manera, aunque podríamos seguir enumerando algunas características y circunstancias del marco conceptual que se integra en el sistema representacional de las ciencias actuales, creemos que todos ellos pueden encontrar su explicación en función de dos características capitales que determinan el desarrollo actual de la ciencia de modo muy evidente: La matematización de los métodos científicos y / la aspiración al ideal de teorización, o inclusión en teorías elaboradas, de los conceptos utilizados en las explicaciones científicas.

Por todo ello se nos impone un examen de lo que hoy pueda representar en las ciencias la matematización del método científico y la estructuración de los conceptos en sistemas o teorías, con la consi-/

guiente irrelevancia y falta de fecundidad de los conceptos aislados.

A examinar estas dos cuestiones van dedicados los dos próximos capítulos de nuestro trabajo; en el transcurso de los mismos intentaremos poner en relación con el problema del significado de los conceptos científicos los resultados que vayamos obteniendo del análisis de estas dos circunstancias. Al mismo tiempo esperamos que se destaque en estos análisis la importancia del sistema representacional para la explicación de la dinámica de los conceptos científicos.

# NOTAS

- (1).- MOLES, A. - "Théorie informationnelle de la perception". En el vol. "Le concept d'information dans la science contemporaine" (Colloques de Royaumont). Ed. Minuit/Gauthier-Villars, Paris, 1.965. (Trad. española "El concepto de información en la ciencia contemporánea". Ed. Siglo XXI, 1.966; pág. 141 de la 3ª edición, 1.975).
- (2) .- El otro factor determinante de la información que se transmite, junto con el código, es la situación. La importancia de la situación, cuando se pasa de un contexto constituido meramente por señales a un contexto en el que aparece el sentido es extraordinaria; será esta la base para la introducción de lo que daremos en llamar el "sistema representacional", desde el que encuentran su enfoque muchos de los problemas que analizaremos en nuestro trabajo.
- (3).- MOLES, A. - "Teoría informacional de la percepción"; en "El concepto de información en la ciencia contemporánea". Op. cit. pág. 153.
- (4).- MOLES, A.- "Teoría informacional de la percepción". Op. Cit. pág. 155.
- (5).- Ibidem. pág. 150
- (6).- Ibidem. págs. 145-146.
- (7).- FEYERABEND, P. K. "Against Method: Outline of an anarchistic Theory of Knowledge". University of Minnesota, Minneapolis, 1.970. ( Trad. española "Contra el método". Ed. Ariel, Barcelona, 1.974; pág. 65).
- (8).- MOLES, A.- "Teoría informacional de la percepción". Op. cit. pág. 152.
- (9).- Ibidem. pág. 147.
- (10) .- WHORF, B. L. " Science and Linguistic" En el vol. "Language, Thought and Reality". Massachusetts Institute of Technology. 1.956. (Traduc. española, "Lenguaje, pensamiento y realidad"; Barval editores, S.A. Barcelona, 1971. pág. 241).
- (11).- El sentido introduce una serie de complicaciones muy interesantes, con la alternancia de conmutaciones de códigos connotativos en códigos denotativos y viceversa que sobrepasan la esfera de la mera información por señales; permite dar una nueva dimensión a la información produciendo lo específico de la "comunicación humana".
- (12) WITTGENSTEIN, L.- "Tractatus Logico-Philosophicus", reimpreso de :Annalen der Naturphilosophie (1.921) con traducción inglesa e introducción de Bertrand Russell, Routledge and Kegan Paul, Londres, / 1.922 (Traduc. española, Revista de Occidente, Madrid, 1.957).

- (13).- STEGMÜLLER, W.- "Theorie und Erfahrung". (Band II de la obra: "Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie". Springer-Verlag, Heidenberg, 1.970 y 1.974. (Traduc. española, "Teoría y Experiencia", Editorial Ariel, Barcelona, 1.979, pág. 30).
- (14).- WHORF, B.L. "Ciencia y Lingüística"; en "Lenguaje, pensamiento y realidad". op. cit. pág. 241.
- (15).- WHORF, B. L. "Ciencia y Lingüística"; op. cit. págs. 243-244.
- (16).- CARNAP, R.- "Meaning and Sinonimity in Natural Languages". En Phil. Studies, 7; 1.955. Vid. del mismo autor "Meaning and Necessity" Chicago. The University of Chicago Press, 1947 (5ª Ed. Phoenix Books, 1967
- (17).- El concepto de interpretante, así como la preparación de la / teoría que desemboará en la idea de la "semiosis ilimitada" está tomada de Peirce, Ch. S. y está relacionado con las modernas teorías semiológicas, inspiradas directamente en los estudios de este autor. // Peirce define el signo como "something which stands to somebody for something in some respect or capacity", siendo el interpretante, desde nuestro punto de vista, algo así como aquello que garantiza la validez del signo.
- (18).- LYONS, J.- "Introduction to Theoretical Linguistics". Cambridge University Press. London, 1.968. (Traduc. española "Introducción en la lingüística Teórica". Ed. Teide, Barcelona, 1.971; pág. 44o de la segunda edición corregida, 1.973).
- (19) LYONS, J.- "Introducción en la lingüística teórica" op. cit. pág. 441.
- (20).- WHORF, B.L. "Language, Mind and Reality" en "Language, Thought and Reality". op. cit. pág. 290 de la traducción española.
- (21).- ECCO, U.- "La struttura assente", Bompiani, Milán, 1.968. (Trad. española, "La estructura ausente", Ed. Lumen, Barcelona, 1.972 pág. 86)
- (22).- LYONS, J.- "Introducción en la Lingüística teórica". op. cit. pág. 445.
- (23).- Ayer, por ejemplo, es un autor que niega la validez de las reflexiones de Wittgenstein acerca de la imposibilidad del lenguaje privado y admite que un lenguaje de este tipo pueda darse en determinadas circunstancias. Vid al respecto, Ayer, A.J. "The Central Questions of Philosophy". Weidenfeld and Nicolson, Londres, 1.973 (Trad. española, "Los problemas centrales de la filosofía". Alianza Editorial, Madrid, 1.979; especialmente, págs. 109-121); También, del mismo autor, "The concept of a person" Macmillan; págs. 41-43 (traduc. española, "El concepto de persona", Ed. Seix Barral, Barcelona, 1.966.)



- (24).- WHORF, B.L. "Lenguaje, mente y realidad", en "lenguaje, pensamiento y realidad". op. cit. pág. 294.
- (25).- WHORF; B. L. "Lenguaje, mente y realidad" op. cit. pág. 301
- (26).- Vid al respecto la obra de BACHELARD: "La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychoanalyse de la connaissance objective", Paris, Vrin, 1.960. (Traducción española: "la formación del espíritu científico; contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo"; Buenos Aires, Ed. Siglo XXI, 1.972).
- (27).- RUSSELL, B.- "Human Knowledge: Its Scope and Limits" Edi. George Allen and Unwin Publishers. London, 6ª Reimpresión, 1.976 (Traducción española: "El conocimiento humano", Editorial Taurus, 1.977 (5ª edición, Julio, 1.977
- (28) Vid.al respecto, SCHIAFF;A: "Lenguaje y Conocimiento", Grijalbo, México, 1.967; especialmente, la primera parte dedicada a la historia de las relaciones entre lenguaje y conocimiento, según los pocos filósofos que lo trataron sistemáticamente. También, Cassirer, E: "Filosofía de las formas simbólicas .I, El Lenguaje". F.C.E. México, 1.971.
- (29) Vid. al respecto "Science, Perception and Reality", de Wilfrid SELLARS, Routledge and Kegan Paul, London (Traducción española: "Ciencia, percepción y realidad", Ed. Tecnos, Madrid, 1.971. Muy en especial el capítulo: "Empirismo y Filosofía de lo Mental", págs. 139-209.
- (30).- SELLARS, W.- "Ciencia, percepción y realidad", "El lenguaje de las teorías". op. cit. pág. 129
- (31) En efecto, W. Craig ( vid. "Replacement of auxiliary expressions" en Philosophical Review, T. LXV (1.956) págs. 38-55; y "On axiomatizability within a system" en Journal of Symbolic Logic, T.18 (1.953), págs. 30-32) ha propuesto un teorema y llevado a cabo su demostración, según el cual, una teoría que cumpla ciertas condiciones formales y // contenga los términos teóricos  $t_1, \dots, t_n$ , puede ser sustituida por otra teoría que posea el mismo contenido empírico que aquella, pero que carezca de todo término teórico. Con ello se podría afirmar que, en principio, los términos teóricos son superfluos.
- Se ha afirmado que el teorema de Craig no tiene ninguna relevancia práctica para la ciencia, ya que incluso en el caso de que una teoría T, compuesta de términos teóricos, estuviese axiomatizada finitamente, el conjunto de los teoremas de la teoría T' sustitutiva sería infinito. Por lo demás la cosa se complicaría en aquellos casos en que la teoría primitiva T contuviese alguna magnitud continua. En este caso, el conjunto de los teoremas posibles de la teoría sería infinito y no numerable, mientras que el conjunto de los teoremas traducidos a /

lenguaje empírico en T' (al que habrían de traducirse los correspondientes de T) debería ser infinito, pero numerable (las operaciones / de medición que se efectuasen sobre el continuo correspondiente darían siempre números racionales que son numerables).

Por otro lado se ha afirmado que T y T' serían teorías que / no podrían referirse a lo mismo, ya que la segunda de ellas sólo se / referiría a la huella visible de los elementos teóricos; pero el correlato "inaccesible observacionalmente" de los términos teóricos no es / el correlato de las descripciones observacionales de la teoría T', sustitutiva de la anterior teoría T, compuesta por términos teóricos. Además, se arguye, se necesita que T esté ya dada para que se pueda proceder a la construcción de la traducción exclusivamente empírica en términos de T' lo que es contrario al hecho de que T fuera superflua; etc. ...etc...

De cualquier modo, si la relevancia práctica del teorema de Craig es nula, como se afirma, su importancia teórica parece, según algunos, muy grande. En principio, a partir de él podría afirmarse que, en cierto sentido, en un sistema científico es superflua toda estructura teórica; la superestructura de los términos teóricos aparecerá ociosa. "Pues el resultado de Craig nos proporciona la certidumbre de que / la superestructura teórica, filosóficamente sospecha, que en el mejor de los casos se formula en un lenguaje teórico, sólo parcialmente inteligible, es totalmente eliminable y que esa superestructura teórica / puede desmontarse hasta llegar al nivel observacional, aunque sólo sea en la forma de una sustitución funcional". (STEINMULLER, W. - "Teoría y Experiencia". op. cit. pág. 439).

Nuestra interpretación, coincidente en este punto con la de Sellars que hemos expuesto obvia todas las dificultades que puedan / plantearse a propósito de la "traducción" de un lenguaje teórico a un pretendido lenguaje observacional (metalenguaje de todos los lenguajes teóricos) y establece más bien la necesidad de la "redefinición" de los términos de una teoría en función de la otra y viceversa. No se trata de la traducción de un lenguaje a otro; más bien, lo que se hace es redefinir los términos de una teoría en otra, reajustando su significado mutuamente (empírico o teórico, según se trate de uno u otro tipo de / teoría, "del sentido común" o "de la ciencia") de modo paulatino; conforme tanto a los resultados experimentales, como a las exigencias teórico-deductivas.

(32).- SELLARS, W. - "Ciencia, percepción y realidad"; "el lenguaje de las teorías". op. cit. pág. 130.

- (33) SELLARS, W. - "Ciencia, percepción y realidad"; op. cit. pág. 136
- (34) Ibidem. (Vid. especialmente dentro de la obra "Ciencia percepción y realidad" los capítulos: "El fenomenismo" (págs. 70-116) y "El empirismo y la Filosofía de lo Mental" (págs. 139-209).
- (35) Sería muy interesante llevar a cabo un análisis del significado del término "interpretación" desde la perspectiva metodológica de J.L. Austin; esto es utilizando preferentemente el diccionario y viendo el uso de expresiones como "interpretación teatral", "interpretación de la historia a la propia conveniencia", "interpretación de una señal dada", "interpretación de un hecho", etc... Todos estos usos podrían compararse en sus analogías y diferencias con el uso de la expresión "interpretación de la realidad" que estamos proponiendo; sin embargo, esto nos detendría excesivamente en nuestro trabajo.
- (36) A este respecto, Bachelard nos dirá que una experiencia científica es siempre una experiencia que contradice a la experiencia común. La noción bachelardiana de "obstáculo epistemológico" es un vigoroso mentís a esta pretendida traducción entre el lenguaje científico y el lenguaje observacional del "sentido común". Lo que se observa al mirar un cuerpo que flota en el agua puede ser una actividad de un cuerpo que flota (que nada) como la resistencia que opone el agua a la penetración de dicho cuerpo. Cuando se intenta sumergir un cuerpo en el agua, puede "observarse" o bien que el cuerpo se resiste a sumergirse, o bien / que el agua opone una resistencia; todo depende de que se aplique el / conocimiento teórico adquirido por el principio de Arquímedes, o no. No se trata, pues, de una mera traducción de algo teórico a un lenguaje observacional no teórico.
- (37) A menudo se mantiene que una idea sólo puede formularse nítidamente en el lenguaje científico, si ya poseemos un entendimiento adecuado de ella en el lenguaje observacional, en el lenguaje del sentido común ya que de lo contrario no habría podido introducirse en el lenguaje / científico. Esto, nos parece, es absolutamente falso; el lenguaje científico no sólo es un lenguaje más exacto que el lenguaje ordinario; no sólo da más rigurosidad a las ideas; el lenguaje científico crea ideas nuevas, introduce conceptos que nada tienen que ver con el lenguaje de el sentido común. No se necesita la mediación del lenguaje ordinario / para llegar al lenguaje científico. Feyerabend afirmaba: "A menudo se da por supuesto que un nítido entendimiento de la idea nueva precede y debe preceder a cualquier formulación y cualquier expresión institucional de ellas. (Una investigación empieza con un problema, dice Popper) Primeramente tenemos una idea o un problema: después actuamos, es de

cir, hablamos o construimos o destruimos. No es este ciertamente el modo en que los niños se desarrollan. Los niños usan palabras, las combinan, juegan con ellas hasta que atrapan un significado que hasta ese momento ha permanecido fuera de su alcance. Y la actividad inicial con carácter de juego es un presupuesto esencial del acto final de entendimiento. No hay razón para que este mecanismo tenga que dejar de funcionar en el adulto" (P.K. Feyerabend, "Contra el método"; op. cit. pág. 19)

(38) WHORF, B.L. "Ciencia y Lingüística"; en "Lenguaje, pensamiento y realidad". op. cit. pág. 237.

(39) FEYERABEND, P.K. "Contra el método"; op. cit. pág. 65.

(40) HEISENBERG, W. - "Física y Filosofía"; citado por E. AGAZZI: "Temas y problemas de Filosofía de la Física". Herder, Barcelona, 1.978

(41) AGAZZI, E. - "Tem e problemi di filosofia della fisica" Edizioni / Abete, Roma, 1.974. Traduc. española, citada; pág. 279-280.

(42) KUHN, T.S. "The Structure of Scientific Revolutions". University of Chicago Press, 1.962 (Traducción española, "La estructura de las revoluciones científicas"; F.C.E. México, 1.971; pág. 21)

(43) AGAZZI, E. - "Temas y problemas de filosofía de la física" op. cit. pág. 284.

(44) Vid. RUSSELL, B. "El conocimiento humano" op. cit.

(45) SEELARS, W. - "Ciencia, percepción y realidad" op. cit. pág. 136.

(46) MOLES, A. - "Teoría informacional de la percepción"; op. cit. pág. 153.

(47) KUHN, T.S. "The Structure of Scientific Revolutions". Postscript. op. cit. pág. 77

(48) GEYMONAT, L. - "Filosofia e filosofia della scienza". Feltrinelli Editore, Milán. (Traduc. española, "Filosofía y filosofía de la ciencia" ed. Labo, Barcelona, 1.972, pág. 54).

(49) SKOLIMOWSKI, H. "Evolutionary rationality" (Proceedings of the 1.974 Biennial Meeting. Philosophy of Science Association.) Dordrecht: Reidel 1.976 (Trad. española "Racionalidad evolutiva" Teorema, Valencia, / 1.979, pág. 12).

(50) SKOLIMOWSKI, H. "Racionalidad evolutiva" op. cit. pág. 14-15.

(51) HANSON, N.R. "Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science". "Observation and Explanation: a Guide to Philosophy of Science". Cambridge University Press y Harper & Row. / (Traducción española: "Patrones de Descubrimiento. Observación y experimentación". Alianza Ed. Madrid. 1.977; pág. 28).

(52) BRATTHWAITE, R.B. "Scientific Explanation". Cambridge University Press, London, 1.959 (Traducción española, "La explicación científica"

Tecnos, Madrid, 1.965). También es muy interesante, a este respecto la obra de I. LAKATOS, quien mantiene una concepción sobre el progreso de la ciencia a través de "programas de investigación", totalmente acorde con la idea que exponemos. Vid. la Bibliografía final.

(53) TOULMIN, S. "Human Understanding- Volume I: The Collective Use and Evolution of Concepts". Princeton University Press. 1.972 (Trd. española "La comprensión humana", Alianza Editorial, Madrid, 1.977, pág. 63)

(54) TOULMIN, S.- "La comprensión humana" op. cit. pág. 64-65.

(55) FREGE, G.- "The foundations of Arithmetics" Oxford, 1.950. Traduc. de J.L. Austin; citado por Toulmin, S., "La comprensión humana" op. cit. pág. 69.

(56) TOULMIN, S. "La comprensión humana" op. cit. págs. 76-77.

(57) Ibidem. págs. 79-85.

(58) STRAWSON, P.F. "Introduction to Logical Theory". Methuen, London, / 1.952, pág. 175.

(59) TOULMIN, S.- "La comprensión humana". Op. cit. pág. 84.

(60) BACHELARD, G.- "La Philosophie du Non. Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique". P.U.F. París, 1.940 pág. 21)

(61) TOULMIN, S.- "Human Understanding" op. cit. pág. 95-96.

(62) Ibidem, pág. 133

(63) Ibidem pág. 135.

(64) Vid. al respecto: "RONCHI, V.- "Histoire de la lumière", Paris, Collin, 1.956; también SABRA, A.I. "Theories of Light from Descartes to Newton". London, Oldbourne, 1.967, HEGGE, H., "Theory of Science in the Light of Goethe's Science of Nature" ( en "Inquiry", Oslo, Vol. 15. nº 1-2, Summer, 1.972) y HEISENBERG, W. "Schritte über Grenzen". Piper & Co. Verlag. München, 1.971 ( Trad. castellana. " Más allá de la Física". B.A.C. Madrid, 1.974).

(65) Vid. QUINE, W.O. "Reflexiones filosóficas sobre el aprendizaje // del lenguaje". Rev. Teorema nº 6; Valencia, 1.972. Vid. También, B.F. SKINNER, "Sobre el Conductismo". Editorial Fontanella; Barcelona, ( 2ª edición, 1.977); del mismo autor, vid. también "Ciencia y Conducta Humana", también en Ed. Fontanella.

(66) KUHN, T.S. "La estructura de las revoluciones científicas" op. cit. pág. 163.

(67) Vid. BACHELARD, G. "Le nouvel esprit scientifique" P. U. F. París, 1.971 (La primera edición, de 1.934).

(68) Vid. FOUCAULT, M.- "Naissance de la clinique" P.U.F. París, 1963 (Trad. española, "El nacimiento de la clínica", Siglo XXI, México; 5ª edición, 1.978)

(69) FOUCAULT, M.- "El nacimiento de la clínica", op. cit, pág. 30

- (70). FOUCAULT, M.- "El nacimiento de la clínica" op. cit. pág. 36
- (71) Ibidem. pág. 37
- (72) Ibidem. pág. 29
- (73) Ibidem. págs. 40-41
- (74) MARGENAU, H.-"The nature of Physical Reality: a Philosophy of /  
Modern Physics. Mc Graw- Hill. New York, 1.950 (Trad. española. "La  
 naturaleza de la realidad física: una filosofía de la física moderna".  
 Ed. Tecnos, Madrid, 1.970. pág. 64).
- (75) MARGENAU, H. "La naturaleza de la realidad física: una filosofía  
de la física moderna" . op. cit. pág. 55
- (76) JARAUTA, F.- " La filosofía y su otro" Pre-textos. Valencia 1979.  
 pág. 83
- (77) BACHELARD, G.- "La philosophie du Non". op. cit. pág. 13
- (78) BACHELARD, G.-"Le materialisme rationnel". Ed. P.U.F. París,  
 1.972 (La primera edición es de 1.953) pág. 80.

C A P I T U L O    I I  
=====

CONSIDERACIONES SOBRE LA MATEMATIZACION  
DEL METODO EN LAS CIENCIAS EMPIRICAS

# INTRODUCCION

De lo que llevamos dicho conviene reparar en el hecho de que el conocimiento es selectivo. Cualquier fenómeno es tan complejo que es imposible, para el entendimiento humano, agotarlo atendiendo a todas las circunstancias intervinientes en el mismo. Por ello, el conocimiento necesita un marco en el que se encuadre el fenómeno; en relación a este marco se determinan los elementos que definen, para el conocimiento, los factores relevantes del fenómeno.

Cualquier conocimiento que esté sistemáticamente organizado se presenta, pues, al análisis como una enrejada de dos clases de elementos complementarios, íntimamente relacionados.

Por una parte contiene una serie de elementos aparecidos en el contacto con la realidad, en el encuentro o confrontación con el objeto sobre el que versa el conocimiento. Por otra parte, contiene también otra serie de elementos elaborados, no aparecidos en el contacto con la realidad, que sirven para interpretar la confrontación con el objeto.

Los elementos interpretativos colocan al hecho objeto de conocimiento allí donde presuntamente debe estar: en una estructura donde cobra sentido. Ningún hecho es un hecho bruto para el conocimiento. La determinación de un fenómeno se hace en relación a un cuerpo de nociones previas. No puede darse un conocimiento puntual, de hechos inconexos, que se consideran aisladamente. Una idea no es clara por sí misma. Se hace así en relación a una serie de ideas asociadas. Lo único claro por sí mismo son las relaciones y estas pertenecen al marco interpretativo en el que se conoce el fenómeno. Hay una diferencia entre idea clara en sí e idea clara por sí. La idea será aprehendida cla



ramente en sí misma una vez quede determinada por sus relaciones; pero por sí misma no aparecerá originariamente clara, sin relación a nada - exterior a ella.

Ni que decir tiene que en el conocimiento científico, donde las ideas deben ser, con más razón que en el conocimiento común, claras el conocimiento no puede versar sobre las cosas en cuanto consideradas en sí mismas. A este respecto nos dirá Poincaré que "lo que la ciencia puede alcanzar no son las cosas mismas, como piensan los dogmáticos in genuos, sino solamente las relaciones entre las cosas. Fuera de estas relaciones no hay realidad cognoscible"(1).

Si es cierto para cualquier tipo de conocimiento que las ide as sólo se determinan de modo preciso mediante sus relaciones, para la ciencia esto es algo evidente. Ya para el propio Galileo estaba claro que la Nuova Scienza sólo podría aparecer gracias a la proposición de nociones correlativas, definidas mutuamente por unas relaciones racionales. A este respecto, en otro contexto, Bachelard afirmará: "Con Newton... la noción de masa se define entonces en un cuerpo de nociones y no sólo como un elemento primitivo de una experiencia inmediata y di- recta. Con Newton la masa será definida como el cociente de la fuerza por la aceleración. Fuerza, aceleración, masa, se establecen correlati- vamente en una relación claramente racional, puesto que esta relación es perfectamente analizada por las leyes racionales de la Aritmética" (2)

La estrategia cognoscitiva aparece muy sofisticada cuando - se trata de las complicadas relaciones cognoscitivas recogidas en el corpus de las ciencias empíricas. Aquí ambas series de elementos quedan bien precisados en dos categorías distintas: por un lado la experien-

cia; por el otro la teoría.

La teoría es el elemento que suministra a la experiencia la perspectiva desde la que examinar el fenómeno objeto de estudio científico. Como decía K.R. Popper, se empieza con un problema y se sigue intentando resolverlo, inventando una teoría que sea relevante. Sin embargo, el problema no es un simple resultado de la curiosidad; en sí mismo es ya un resultado teórico, porque algo se sitúa como problema cuando ciertas expectativas, que pertenecen a un marco teórico previo al problema, se han visto defraudadas. (3).

#### INFLEXION EPISTEMOLOGICA DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO: EXPERIMENTACION Y MATEMATIZACION

En las ciencias empíricas actuales estas dos clases de elementos adquiere una nueva dimensión epistemológica cuando la experiencia se transforma en experimentación y la teoría en matematización.

Epistemológicamente hay que indicar que ni la experimentación está en continuidad con la experiencia y la observación ni la matematización significa simplemente un paso más en la misma dirección de la teorización ingenua. Una y otra (experimentación y matematización) aportan una nueva dimensión en el método de estudio de los fenómenos objeto de conocimiento científico y en la construcción de las teorías correspondientes para explicarlos.

En realidad habría que decir que en cierto modo la matematización y la experimentación se exigen de modo mutuo. Donde más claramente puede verse esto es en el caso de la Química moderna. Esta ciencia exige que los elementos químicos puedan ser analizados con una garantía de pureza suficiente. "En efecto, en tanto que los elementos

químicos no son conocidos con garantía de pureza suficiente, garantías netamente codificadas en criterios de pureza bien coordinados en una síntesis de leyes racionales, no se puede verdaderamente hablar de una química bien fundada. Lo poco más o menos en el orden de la materia - prohíbe un racionalismo de la materia!(4).

El elemento químico es un producto artificial, en cuanto será logrado en su pureza mediante un artificio; esto es, será producto de una fenomenotecnia. Así, pues, en cierto modo la razón construye su objeto para poder matematizarlo. El "aproach" natural a un objeto difícilmente permite una matematización del mismo; la historia de la Química muestra que en las ciencias empíricas, la matemática exige el laboratorio.

De tal modo, experimentación y matematización han producido una inflexión epistemológica y metodológica determinante del propio objeto científico.

Quede bien claro desde ahora que estos dos elementos sólo pueden ser considerados aisladamente en un tratamiento abstracto del tema. Ambos son complementarios y hasta cierto punto inseparables en las ciencias empíricas. En especial conviene señalar que la experimentación está guiada, desde el principio, por un marco interpretativo matemático sin el cual no tiene sentido en la ciencia empírica actual.

#### COMPLEMENTARIEDAD DE MATEMATICAS Y EXPERIENCIA

El método de conocimiento científico se presenta en la evolución de la ciencia como un maridaje entre experiencia y matemática.. Del entrecruzamiento de estos dos elementos nace el maravilloso cúmulo de conocimientos al que asistimos desde el siglo XVII con el nacimien-

to de lo que se ha dado en llamar la "nueva ciencia".

Será gracias a la conjunción de matemáticas y experiencia como, según Bachelard, se produzca la mentalidad abstracto-concreta, propia del conocimiento científico: "La ciencia es un campo de pensamiento, dirá, que se especifica en matemáticas y en experiencia y que se anima al máximo en la conjunción de las matemáticas y la experiencia. La física determina, como una eminente síntesis, una mentalidad abstracto-concreta".(5)

Vamos a detenernos en la consideración del significado que tiene la introducción de la matemática en el método científico. Esta introducción es fundamental ya que, estando la teoría encaminada a ordenar y sistematizar la experiencia, la aplicación de la matemática a la experiencia determinará la orientación que adquirirá esta. Precisamente por ello afirmaba Bachelard que mientras el teórico de las disciplinas científicas debe poseer todo el pasado matemático que se ha aplicado a ella, el experimentador sólo necesita poseer todo el presente de la técnica.(6).

Coincidimos, pues, con nuestro autor cuando tras afirmar que "pensar científicamente es colocarse en el campo epistemológico intermedio entre teoría y práctica, entre matemáticas y experiencia", añade "...debemos añadir que a nuestro entender una de las dos direcciones metafísicas debe ser valorada: la que va del racionalismo a la experiencia" (7).

De hecho, en la ciencia empírica evolucionada, la experiencia a la que se remitirá el conocimiento será obligatoriamente una experiencia matematizada. Sin embargo, no pensamos que la matemática asuma un papel tal que relegue en la ciencia actual a la experiencia a un

segundo término meramente auxiliar y subordinado. Aunque conviene señalar que en más de una ocasión el deslumbramiento producido por los resultados obtenidos con la matematización del método ha hecho pensar así.

Este deslumbramiento se produjo ya en la época clásica. Los griegos estaban asombrados por la aplicabilidad de la matemática al mundo real. La afición al método matemático axiomático entre los griegos nace de una profunda valoración de la mente sobre la materia y de la teoría sobre la praxis. El axiomatismo de los "Elementos" de Euclides significó la culminación en la valoración de estas construcciones mentales a las que parece adaptarse la realidad, de los que el exponente filosófico más valioso es la metafísica platónico-pitagórica.(8)

Sabemos que la experiencia sin matematización difícilmente sirve de instrumento de conocimiento a la ciencia actual; sin embargo, tampoco creemos que la matemática sin una experiencia en la que contrastar su efectividad sea de algún provecho para la ciencia. Al menos así nos lo parece cuando examinamos el proceder real de ésta a lo largo del tiempo. (Aunque no por ello olvidamos que el hecho de que la matemática pura se dedica más bien a examinar, construir sistemas y crear instrumentos matemáticos nuevos, que no tienen una inmediata aplicación en la ciencia empírica del momento, con vistas a una futura utilización).

Podemos decir que, gracias a la experiencia, la matemática puede obtener la certeza de que sus construcciones no son simplemente estructuras producidas por meras elucubraciones abstractas; pero del mismo modo se puede afirmar que la matemática suministra a la experiencia la seguridad de que los resultados conseguidos mediante ella no

son puntos de vista subjetivos y personales del experimentador.

Un ejemplo típico de esta complementariedad entre matemática y experiencia en la ciencia podemos encontrarlo en la diferenciación y complementariedad entre la Física Matemática y la Física Teórica, dentro de la Física actual.

La Fisicomatemática elabora un sistema rígido de estructuras matemáticas, cuyo modelo habrá que buscar en la realidad. Desde su perspectiva, si la realidad en principio no se adapta a las estructuras que le asigna la Matemática, no por eso se cambiará esta; antes al contrario, permanecerá rígida, como una estructura a la búsqueda de su modelo. Por el contrario, en la Física Teórica es la estructura matemática la que se intenta, por decirlo así, "estirar" hasta cubrir el dominio de la experiencia del que se han obtenido los correspondientes datos.

Los cultivadores de una y otra rama de la Física podrán no estar de acuerdo acerca de la importancia comparada de sus respectivas disciplinas, pero es claro que tanto una como otra son indispensables para el avance del conocimiento sobre la naturaleza de la realidad física.

En una paráfrasis de una afirmación de Kant tal vez excesivamente manejada podríamos decir que en la ciencia actual la experiencia sin matemáticas es ciega y la matemática sin experiencia es vacía. De cualquier modo, quizás se pueda afirmar con este autor que "en cualquier teoría sobre la naturaleza se encuentra tanto de verdadera ciencia cuanto en ella se encuentra de Matemática" (Kant: Fundamentos metafísicos de las ciencias de la naturaleza; VII).

Como quiera que vamos a analizar los supuestos, limitaciones

y resultados de la matematización de las ciencias, entenderemos la matemática en este estudio como un instrumento al servicio del saber científico experimental, sin estudiarla como una disciplina independiente considerada en sí misma. Por ello no nos detendremos en un análisis de qué sea la matemática, qué sean las entidades de las que trata o de qué tipo sean las proposiciones que forman el cuerpo de conocimientos de esta disciplina.

Detenernos en ello significaría tener que analizar toda una variada gama de opiniones que comienzan con las diversas interpretaciones platónico-realistas en sus distintas modalidades, pasan revista a las opiniones de raíz kantiana, que consideran la matemática como un conjunto de proposiciones sintéticas a priori, y desembocar en el análisis de la concepción neopositivista de la matemática como serie encadenada de proposiciones analíticas, inmensa colección de tautologías que "no dicen nada acerca de los objetos y por esta misma razón son ciertas, universalmente válidas e irrefutables por la observación" (9)

El problema es lo suficientemente complicado como para exigir un estudio independiente; estudio que, por otra parte, ha sido acometido ya muchas veces y de un modo excelente. La cuestión además se complica si hacemos saltar a la palestra las disputas entre formalistas e intuicionistas, etc... Estas discusiones han sido muy beneficiosas para esclarecer ciertos problemas, pero de cualquier modo hay que decir con Körner que a pesar de ello, incluso "el progreso de la Lógica Matemática desde Boole y Frege no ha aportado gran diferencia a la prosecución de las disputas filosóficas acerca de la naturaleza de la Matemática" (10).

#### IMPORTANCIA DE LA DIMENSION MATEMATICA DE LAS CIENCIAS

Bachelard afirma, tomando el término en un sentido claramente antkantiano, el carácter "nouménico" de la matemática en la ciencia actual. En efecto, en el pensamiento de Kant, el "noumeno" no puede ser utilizado en el conocimiento más que con carácter limitativo: determina los límites más allá de los cuales el conocimiento pierde su carácter asertórico; la utilización del "noumeno" es puramente negativa.

El "noumeno" kantiano es un objeto que habría de surgir cuando se hace abstracción de la intuición sensible y se superan las condiciones de esta intuición. Haría falta, pues, según Kant, una intuición intelectual que nos aportase el objeto "nouménico" despojado de su problematicidad. Para Kant, dicha intuición no es posible para la razón pura; es por ello que el "noumeno" no puede ser conocido como una realidad objetiva. (11)

Sin embargo, Bachelard pretende superar las limitaciones impuestas por el kantismo al conocimiento científico y afirma que, gracias a la matemática, la ciencia rompe los límites kantianos del conocimiento. "La física contemporánea infringe la prohibición kantiana al producir, gracias al "valor inductivo" de las matemáticas, unos objetos que escapan a la intuición sensible. No es, por consiguiente, un concepto problemático cuya utilización sería negativa: es, al contrario, un concepto absolutamente positivo que tiene por función suprimir cualquier límite al conocimiento científico" (12)

De este modo, la matemática se convierte para la ciencia en un poderoso instrumento capaz de suministrar al conocimiento científico regiones de la realidad que sin ella le ocultarían su estructura y



las leyes de comportamiento por las que se rigen. Desde esta perspectiva se puede considerar a la matemática como un instrumento capaz de conseguir una indefinida ampliabilidad de la racionalidad del científico y de los dominios a los que tiene acceso. Sin embargo, esto, como hemos de ver, no significa que la matemática sea la panacea para conseguir un dominio completo en el conocimiento de la realidad, ni convierte su procedimiento deductivo en un instrumento capaz de suministrar-nos la clave de aquel.

La matemática, es cierto, nos suministra la verdad más rigurosa, pero su validez queda limitada al valor de su propio lenguaje; y este lenguaje ni muestra la clave real del proceder del científico de modo exhaustivo ni agota las estructuras que puede exhibir la realidad. El análisis matemático es un análisis parcial en el sentido de que no determina todo el horizonte de inteligibilidad del conocimiento científico y de que no agota todas las estructuras reales que a éste pueden aparecersele en el campo de su investigación.

#### LA MATEMÁTICA COMO FORMA DE PENSAMIENTO

De cualquier modo conviene señalar que la matemática no es un mero lenguaje que ponga en otra forma de expresión los pensamientos que el científico ya poseía anteriormente. La matematización de las ciencias, por el contrario, significa una transformación en el propio método de pensamiento y no un simple modo lingüístico de expresar unos resultados. La matematización del método científico no significa sólo que se adopte la convención de expresar unos resultados en lenguaje matemático. Creemos que la matemática está más comprometida en el procedimiento científico y que las teorías científicas piensan las hipóte

sis, los resultados experimentales, etc... en y desde la matemática.

Las teorías científicas están matematizadas, no sólo en el sentido de que se expresan determinadas relaciones en un lenguaje en el que se traducen determinados datos a fórmulas algebraicas, sino que en su raíz misma, en su estructura, aparece el modo de pensar matemático. Las matemáticas no tienen un simple papel descriptivo, sino que -- cumplen una función "formadora", constituyente, de los objetos y teorías científicas.

Hay que subrayar que los modelos de las teorías científicas no se imponen por sus aspectos realistas. En este sentido, todas las teorías son erróneas, ya que suponen una excesiva simplificación de la realidad. Las teorías científicas se imponen porque se refieren a una organización matemática de la realidad; desde ellas se ve la realidad "more mathematico". De aquí, el sentido dominante que adquieren en estas teorías las fórmulas matemáticas; sentido dominante que no puede explicarse exclusivamente porque se utilice un lenguaje matemático.

En el estudio de la aceleración de los cuerpos, por ejemplo el científico dispone de una serie de fórmulas tales como:  
 $a = (v - v_0) / t$  ;  $\bar{v} = s/t$  ;  $\bar{v} = (v_0 + v) / 2$  ;  $s = v_0 t + 1/2 a \cdot t^2$  ;  
 etc... que describen la conducta de los cuerpos acelerados. Pero ocurre que entonces, se ve obligado a "pensar" según estas fórmulas el movimiento acelerado de los cuerpos. De este modo, cualquier distinción conceptual que sea imposible de hacer en este lenguaje será un concepto científico inviable en el horizonte de inteligibilidad matemática de sus ideas sobre la mecánica. (13) La distinción que no pueda hacer se en este lenguaje no se podrá hacer conceptualmente en una mecánica matematizada según este esquema, aunque esto no significa, como vere-

mos posteriormente, que la dimensión matemática agote la significación de los términos que entran a formar parte de una teoría matematizada. (14).

Bachelard afirma " es preciso romper con el prejuicio caro a los filósofos escépticos que no quieren ver en las matemáticas más / que un lenguaje. Por el contrario, la matemática es un pensamiento, una manera de pensar segura de su lenguaje. El físico piensa la experiencia con este pensamiento matemático. Se entiende mal a un físico que hable de los diferentes estados energéticos de un átomo sin referirse / al hamiltoniano, a la expresión matemática de la energía. Por ello, toda exposición filosófica de los sucesos mecánicos exige una referencia constante a un racionalismo matemático. Comentar los resultados / experimentales sin dar las preparaciones teóricas y matemáticas sería ignorar las mayores lecciones de filosofía sintética".(15).

De este modo, podríamos decir, utilizando una terminología - de raíz kantiana, que las matemáticas constituyen el "cuasi-sujeto" transcendental que construye el objeto científico. Desde esta perspectiva se podría afirmar que, hasta cierto punto, la historia de las / ciencias es la historia de la matematización progresiva de las nociones que forman el cuerpo teórico de cada una de ellas.

Si, situándonos en la perspectiva de la filosofía kantiana, es el sujeto quien impone sus formas en el conocimiento, esta función queda asumida en la ciencia matematizada por el análisis matemático. / Sin embargo, la matemática, según creemos, no determina exclusivamente la objetivación del fenómeno por el científico; el horizonte de inteligibilidad sobrepasa las determinaciones impuestas por las fórmulas matemáticas y es este hecho el que puede explicar la superación de deter

minados enfoques en el conocimiento de unos fenómenos que han formado constantemente parte del cuerpo de la ciencia en su desarrollo histórico.

#### EL IDEAL DE LA MATEMATIZACION DE LAS CIENCIAS

De cualquier manera, el éxito conseguido por algunas ciencias al aplicar el marco teórico matematizado a la experiencia de los objetos que estudia ha hecho que el resto de las disciplinas científicas tiendan, en la medida en que su objeto lo permite (y a veces prescindiendo de características muy importante de tal objeto) a matematizar su método.

La matematización de las ciencias, entendida como el fenómeno metodológico por el cual la ciencia tiende a aplicar la matemática en el estudio de los fenómenos objeto de tal disciplina, es un hecho / que se ha venido produciendo en las distintas ciencias de la naturaleza y actualmente se ha extendido a la mayoría de las ciencias humanas. La matematización se ha convertido en un ideal metodológico desde que en el siglo XVII, con la matematización de la Física, se vió entrar a esta disciplina por un camino que aseguraba el avance en el conocimiento de unos contenidos propiamente científicos. Gracias a la matematización del método se abandonaron aquellas cuestiones que habían resultado ser estériles para el progreso en el conocimiento empírico del / campo de fenómenos objeto de la Física.

A partir de entonces la matemática se ha presentado como un instrumento que garantiza la liberación de toda una problemática irrelevante para la ciencia empírica. Las ciencias al ir adoptando este método han conseguido a veces unos avances tan espectaculares que han convertido en un lugar común el ideal de la matematización. La agudi-

zación de este ideal se presenta en el pensamiento de algunos autores que, como Eddington, estiman que "la estructura del universo se conforma a la Teoría de Grupos y la del pensamiento humano también".(16)

Ya veremos en el transcurso de este capítulo las limitaciones que el método matemático aporta a la ciencia (por supuesto, junto a sus innegables ventajas). Ahora bástenos indicar que desde entonces las ciencias han considerado la matematización como un ideal metódico y que se ha desembocado a veces, mediante un paso epistemológico muy atrevido, en el ideal que representa el más alto grado de matematización del método: la formulación axiomática de las ciencias empíricas. Repárese en que este ideal, en sentido propio, es inalcanzable en una ciencia empírica, ya que los teoremas de orden inferior deberán estar ineludiblemente abiertos a la experiencia.

Mas téngase en cuenta que la apertura de las teorías científicas matematizadas a la realidad es un problema más complicado de lo que usualmente se piensa. En realidad, las hipótesis y las teorías científicas no se derivan de los hechos observados, propiamente hablando, sino que más bien se inventan para dar cuenta de ellos. Los términos en los que se formulan aquellas no aparecen en la descripción de los datos empíricos en que las mismas se apoyan. De lo contrario, la teoría científica no sería más que una recopilación de datos de los que se podrían inferir automáticamente las hipótesis y los términos nuevos; pero cualquier investigador científico sabe que esto no es así.

Por esto, matematización no puede identificarse con formalización o axiomatización. En la matemática (en el proceder científico matematizado, mejor dicho) hay algo más que un mero encadenamiento de fórmulas, deducibles unas de otras. Si el método matemático pretende /

ser el "verdadero" método, a menos que queramos identificar coherencia y deducibilidad con verdad y explicación, ha de contener otro "ingrediente" además del formalismo consistente en una sucesión de fórmulas, que por sí mismas no privilegian ninguna dirección en la que deba orientarse la demostración de los resultados que se van a considerar relevantes.

El método axiomático, aplicado a teorías empíricas, es un ideal que ya subyugó a Arquímedes cuando contemplaba el sereno edificio de la geometría euclídea. Actualmente, el método axiomático se está intentando extender a teorías de gran alcance en algunas ciencias empíricas. Son muy notables los intentos de axiomatización de teorías en Física, haciendo honor al hecho de que, precisamente, la aplicación de la matemática a la realidad (fenómeno de donde nace la Física Clásica y toda la matematización de las ciencias desde el siglo XVII) representa la continuación de lo que se ha dado en llamar la concepción "arquimédica" de la matemática en el mundo griego.

Es un hecho bien conocido que el nacimiento de la Física Clásica se produjo por la adhesión de los científicos renacentistas a los métodos arquimédicos en matemáticas. Arquímedes, frente al ideal tradicional griego de un estudio teórico puro de las relaciones matemáticas, incontaminado de aplicaciones a la realidad, parece que primero medía los cuerpos reales contruidos por él (volúmenes, superficies, etc...) y una vez conocidos los resultados se dedicaba a buscar la ley por la que se regían las proporciones y relaciones de los cuerpos geométricos correspondientes. De este modo, el tema de la aplicabilidad de la matemática a lo real, aspecto clave para entender la revolución de Galileo y la Nueva Ciencia frente a la concepción antigua y medie-

val, representa la continuación de la metodología de Arquímedes, frente a la concepción clásica de separación entre matemáticas y realidad. A este respecto son muy ilustrativos los estudios de A Koyré.( 17).

#### MATEMATICAS Y FORMALISMO

Una vez que la teoría matemática o científico-empírica está elaborada, será necesario exponer los resultados en forma de conclusiones de una cadena de deducciones determinadas. De este modo, vista desde su estadio final, la teoría adquiere una forma que puede llegar a ser en los / casos extremos puramente axiomática. Mas entonces sólo hace aparecer / una dimensión del método científico; oculta el proceder real del científico, porque antes de esta exposición final, que correspondería al / relleno final material de la idea directriz, ha debido existir un acto que impulsó a inventar la hipótesis que ha dado origen a la cadena de deducciones formales hasta llegar a los resultados que validan la hipótesis.

Esto nos hace concluir que el ideal de la matematización no puede consistir en el ideal de un puro formalismo axiomático. Y esto / es así, porque no puede identificarse sin más a la matemática con su / expresión formal de la idea. Hermann Grassman dice "se ven a menudo de demostraciones en las que, si no estuviera el teorema enunciado al principio, no se podría saber a dónde quiere llegar, llegando de golpe a lo que se trataba de demostrar, después de haber pensado ciegamente y sin saber para qué sobre cada paso. Una demostración tal quizás sea perfectamente rigurosa, pero no es científica... si en cambio el lector tiene la posibilidad de ver en cada punto del desarrollo hacia donde va ... ya no estará sujeto a la forma especial de la descripción y

la aprehensión del conocimiento se transforma en una verdadera reproducción" (18).

Se dice constantemente que el investigador debe revivir en sí los descubrimientos de los científicos anteriores, llegando a entenderlos por un proceso similar al que experimentaron los propios genios descubridores; este es el verdadero método científico. Pero la ciencia se expone como algo totalmente falto de problematización; los teoremas se presentan como algo conclusivo; los conocimientos se sirven en su forma final, jamás haciendo revivir los pasos y los problemas que hicieron llegar al descubrimiento de la solución a partir de una hipótesis genial, aparecida en una intuición de la verdad. De este modo, el verdadero proceder de la ciencia se le oculta al aprendiz de científico.

"La intuición parece ser extraña a la ciencia pura y sobre todo a la matemática. Sin embargo, sin ella sería imposible encontrar verdades nuevas; no se llega a ellas combinando ciegamente los resultados ya obtenidos; lo que se combina y la manera de combinar deben ser determinados por una idea directriz y esta idea sólo puede aparecer, antes de ser comprobada científicamente, en forma de una intuición. Por consiguiente es esta intuición, dentro de la ciencia, imprescindible".(19).

Como afirma Morris Kline, "los elementos" de Euclides, el primero de los matemáticos clásicos que han sobrevivido desde la antigüedad y la obra que ha inspirado cientos de generaciones de esfuerzos matemáticos, fue un triunfo intelectual y un fallo pedagógico".(20)

En efecto, gracias a la obra de Euclides se puso en circulación el concepto de demostración matemática, piedra capital de esta ciencia; sin embargo, esto llevó a muchos a adquirir una noción excesi-



vamente estrecha de las matemáticas, interpretandolas exclusivamente / como un puro desarrollo lógico en el que partiendo de axiomas y definiciones se desemboca en unos resultados ya introducidos en las propias definiciones.

Mas la organización deductiva oculta el trabajo creativo. "lo que el proceso creativo implica es andar a tientas, conjeturar, hacer hipótesis. A fin de comprender un concepto clave, a fin de formular / una conjetura y encontrar una demostración es preciso emplear imaginación, intuición, adivinación, percepción profunda, experimentación, asociación fortuita de ideas, suerte, trabajo duro y paciencia inmensa". (21).

La matemática se agotaría si su actividad consistiese exclusivamente en reordenar, dar nuevo rigor, simplificar, etc... las demostraciones antiguas. La matemática sólo mantiene su vida en la creación de nuevos puntos de vista, nuevas direcciones de investigación, nuevas metas. La dimensión demostrativa, formal, es reorganización y reordenación de material; la actividad verdaderamente creativa de la matemática ha de compararse más bien a la elaboración del material. Con un símil podríamos decir que la matemática no consiste en una tarea de clasificar los libros de una biblioteca, sino en escribirlos y, eso sí, posteriormente reordenarlos y clasificarlos.

"A. S. Besicovitch ha hecho notar jocosamente que un gran matemático se reconoce por el número de demostraciones falsas que ha publicado. Besicovitch no necesitó añadir que los teoremas que estos / hombres conjeturaban como correctos eran sin embargo verdaderos y que, finalmente fueron establecidos de manera lógica" (22).

Euler, por ejemplo, es un caso paradigmático a tal efecto. /

La obra de este autor está plagada de demostraciones incorrectas de / teoremas verdaderos. A tal fin puede ser muy afortunado examinar, por ejemplo, el estudio y discusión del célebre teorema de Euler para los poliedros, tal que " $C + V = A + 2$ " llevado a cabo por Imre Lakatos en "Refutaciones y Conjeturas. La lógica del descubrimiento matemático" (23).

Esto, sin embargo, sólo se entiende si uno se da cuenta de que cuando se trata de obtener nuevos conocimientos el esquema lógico es superfluo; en efecto, en el conocimiento se progresa más bien gracias al genio de quienes son capaces de ver "más allá" por el poder de una intuición genial y no por demostraciones rigurosas de algo que ya está implícito (aunque en principio las limitaciones de la mente del / individuo le impiden verlo) en los materiales de que se dispone, mediante una cadena de deducciones.

El descubrimiento se produce cuando se realiza un tratamiento nuevo del problema que trasciende los resultados derivables de las fórmulas que se poseían, según el conocimiento anterior. Galois, por / ejemplo, llegará al concepto de grupo mediante un análisis nuevo en la búsqueda de una solución general para resolver ecuaciones de grado superior a cuatro. Muchos matemáticos lo habían intentado antes; pero será el nuevo planteamiento ( un planteamiento radicalmente distinto) / realizado por Galois el que le llevará a descubrir la imposibilidad de una solución general para las ecuaciones de grado superior a las bicuadráticas. Pero hay más: el nuevo planteamiento no sólo le permitirá / descubrir esto, sino que (lo que es mucho más importante), le llevará a la creación del concepto de grupo, una de las ideas más fructíferas de la matemática de todos los tiempos.

Por ello Lakatos afirmará que "la historia de las matemáticas y la lógica del descubrimiento matemático, es decir, la filogénesis y la ontogénesis del pensamiento matemático no se puede desarrollar sin la crítica y el rechazo final del formalismo" (24)

Es un hecho conocido que los matemáticos griegos ya habían entrevisto esto. Así, dícese que Crisipo habría escrito a Cleantes: "límitate a enviarme los teoremas, ya encontraré yo las pruebas" (25). Y parece ser que también Gauss se habría quejado de haber obtenido los resultados de los teoremas desde bastante tiempo antes de poder ser capaz de llegar deductivamente a los mismos (26). Todo lo cual, pensamos, avala nuestra tesis.

#### EL METODO CIENTIFICO

El proceder real de las ciencias no es ni la inducción al estilo baconiano para las ciencias empíricas, ni la simple deducción para las ciencias matemáticas. Mas bien, el proceder real del investigador parece que podría quedar esquematizado del siguiente modo, tal como indica Hanson:

- 1.- Se lleva a cabo una observación respecto a ciertos fenómenos que se presentan como problemáticos.
- 2.- Estos fenómenos podrían quizás encontrar una explicación si determinada hipótesis resultara ser cierta.
- 3.- Por tanto, se intenta desplegar un aparato analítico que permita deducir de esta hipótesis los fenómenos problemáticos. (27)

En cuanto al proceder en matemática pura, de acuerdo con el testimonio de muchos genios matemáticos, el proceso no es muy diferente (28). Se suele partir de una especie de "intuición" que se presenta

de pronto y que hace ver que si tal teorema fuera cierto, sería quizás la solución "más bella" para un problema, o tal vez la más simple, / etc... A partir de aquí se intenta la justificación mediante la deducción del mismo. No de otro modo puede entenderse, por ejemplo, el fenómeno indicado de que en la obra de muchos matemáticos geniales los teoremas verdaderos estén fundamentados en demostraciones que resultarán/ ser falsas posteriormente. Sólo si la solución se posee previamente, se hace inteligible el proceder deductivo hacia el teorema o los teoremas finales de la demostración.

Como afirma Hanson, cuando Kepler nos narra en su "De motibus Stellae Martis" las vicisitudes por las que atravesó hasta hallar la ley del movimiento orbital de Marte, comprobamos que no fueron razones deductivas las que impulsaron a nuestro autor a sugerir la elipse como la línea adecuada; tampoco fueron razones inductivas. Más bien parece que intentaba responderse a la pregunta acerca de cual podría ser la curva "más simple" que comprendía los datos recogidos por Tycho Brahe. (No se olvide que el criterio de simplicidad es dependiente del contexto en el que surge una teoría). Cuando Kepler encontró la elipse su trabajo como investigador científico había prácticamente terminado. El trabajo creativo había concluido. Las restantes consecuencias nuevas podía obtenerlas cualquier matemático: la cadena de deducciones no nos revelará, pues, el acto creador del descubrimiento kepleriano.

Aristóteles había hablado de un tipo de inferencia deductiva y de un tipo de inferencia inductiva; pero también habló de otro tipo de inferencia llamado "apagoge", especie de razonamiento en el que "la relación del término medio al último es incierta" (29). El término "apagoge" fue traducido por "reducción"; Peirce le da el nombre de "abduc-

ción" y afirmará: "(la inducción) nunca puede dar origen a ninguna / idea, como tampoco la deducción. Todas las ideas de la ciencia llegan por el camino de la abducción. La abducción consiste en estudiar los / hechos e inventar una teoría que los explique. Su única justificación reside en que, si hemos de llegar a entender las cosas deberá ser de / esta forma"(30). Hanson le dará el nombre de "retroducción" y en relación con este tipo de razonamiento hablará de una "visión". Otros autores tendrán menos reticencia en utilizar el término "intuición".

En definitiva, independientemente del nombre que le asignemos, esto no impide el hecho de que esta circunstancia no tiene cabida en una exposición meramente formal de la teoría correspondiente. Se / tiene una serie de datos inconexos que al parecer no dejan ver ningún modo de ser relacionados entre sí. Pero de pronto, mediante una idea / genial, estos datos encajan unos en otros y se logra constituir con / ellos una bella serie. Ocurre algo así como con unas perlas separadas que, gracias al hilo en el que se ensartan, forman un espléndido collar. Sin embargo, en la exposición formal, sistemática (cuando el collar está construido) la idea genial no queda reflejada en la teoría / (el hilo queda oculto bajo las perlas). De este modo, en la consideración formal, un ingrediente esencial del método científico queda excluido. Aparece una sola dimensión de éste y no precisamente la más reveladora. Si pretendemos excluir aquella dimensión mediante el fácil expediente del recurso a la distinción entre contexto de justificación y contexto de descubrimiento, nos encontraremos con que en la exposición "acabada" del método científico, éste se nos escapa en su más radical originalidad.

De este modo, el ideal del axiomatismo como agudización máxi

ma del ideal de matematización del método desconoce que por este procedimiento jamás se conseguirá realmente ninguna idea nueva, ningún pensamiento auténticamente creador. El científico no busca un sistema deductivo "per se"; esto es, un sistema en el que los datos que pretenden verificar una teoría queden reducidos a simples consecuencias. Se busca una explicación de los datos, no una mera deducción: esta explicación se conseguirá en virtud de la idea directriz que informa todo / el campo de la teoría y determina el sentido en el que orientarán las demostraciones que pretenden justificar.

#### LIMITACIONES DE LA MATEMATIZACION

Se suele hablar a veces del ideal de la matematización como si la matemática fuese una panacea que soluciona todos los problemas / del conocimiento científico y permite el tratamiento de cuestiones que desde otra perspectiva metodológica adolecerían de soluciones válidas para los problemas y dificultades que se presentan a las disciplinas / científicas en el análisis de la realidad.

Sin embargo, no se advierte a menudo de modo suficiente las renunciaciones que este ideal metodológico exige al pensamiento acerca de / las cuestiones que, siendo indudablemente "importantes" en el estudio de la realidad, deben ser eliminadas para conseguir la aplicación matemática en los distintos campos.

Mas, por ejemplo, el lenguaje de la Física se puede considerar un lenguaje preciso que en cierto modo permite un tipo de conocimiento exacto; pero hay que señalar que esto se logra gracias a que en / su lenguaje sólo tienen cabida elementos que previamente han debido / ser aligerados de aspectos muy importantes que se consideran irrelevantes

tes de un modo unilateral, única y exclusivamente en función del método utilizado.

Los elementos que en principio no son matematizables deberán jugar uno de estos dos papeles en relación con el método matemático: o bien deben reducirse progresivamente los elementos no positivos (o no cuantificables ni medibles) a elementos positivos, o bien deben quedar eliminados, esto es, relegados a la esfera de lo irracional para la ciencia. El ideal de la matematización es, pues, un ideal de renuncias.

Por ello no nos vamos a detener en la consideración de los elementos que han de ser eliminados; aunque es claro que factores pertenecientes a la esfera de la ética, de la estética, de la mística, etc no tienen cabida dentro del ideal de la matematización, sólo a duras penas puede pensarse que estos factores sean irrelevantes para el conocimiento. Piensese que algunos de ellos (si es que no todos) son elementos que forman parte del sistema representacional en el que se sitúan las teorías científicas y que de modo indirecto (o tal vez más directo de lo que comunmente se piensa) juegan un papel muy importante en el método científico.

Pero es que, incluso reduciendonos a la consideración de los primeros (reducción de los elementos experienciales a elementos positivos, cuantificables, medibles) queda claro que sólo pueden ser considerados ciertos aspectos de los fenómenos, prescindiendo de otros que, a no dudar, son muy importantes en el análisis de la realidad.

El método matematizante consiste en transformar el objeto concreto en objeto científico, susceptible de tratamiento matemático; esto es, en un sistema de relaciones simbolizadas, matemáticamente analizables, que desembocan, metodológicamente hablando, en una identifi

ficación entre objeto concreto y objeto matemáticamente transformado. / De este modo, habría que señalar que se tiene mediante la matematización un objeto abstracto, reconocido como verdadero matemáticamente, que corresponde a un objeto concreto, del que no se puede afirmar que sea analizable de modo matemático, si a priori no se han asumido determinados supuestos epistemológicos y ontológicos sobre los que volveremos / en su momento.

Es cierto que la matemática pura puede exhibir una aureola / de prestigio que le permite considerarse a sí misma como "ciencia más allá de las ciencias", que estudia un campo en el que el pensamiento / pretende trascenderse a sí mismo en más alturas de la abstracción / que le evitan verse contaminada por factores experienciales que podrían manchar su pureza racional. Mas esto mismo, llevado a su extremo, la condena a mantenerse en sí misma, desconectada de lo real por liberarse de la servidumbre de lo concreto.

Pero incluso en sí mismo, el propio pensamiento matemático / encuentra contradicciones y problemas que no siempre logra resolver; / aparecen elementos cuyo análisis escapa a la propia racionalización matemática exhaustiva, tal como se posee en el horizonte de inteligibilidad histórico en el que se está instalado. Estos conducen a problemas / que sirven para constatar las propias limitaciones del método matemático, incluso cuando se trata de la matemática considerada exclusivamente en sí misma.

Cuando, por otro lado, se considera la utilización de la matemática como instrumento de análisis al servicio del estudio de lo / real, se produce un doble espejismo si se la considera como un instrumento de eficacia ilimitada. Este espejismo es doblemente engañoso por



dos razones:

- a) Por la limitación del instrumento matemático.
- b) Por la transcendencia de las estructuras de la realidad, respecto del instrumento matemático.

#### LIMITACION DEL INSTRUMENTO MATEMATICO

El propio instrumento de análisis (el pensamiento matemático) contiene dentro de sí dominios y elementos que escapan a una completa racionalización por parte del usuario de tal instrumento. En la propia Teoría de Números la conjetura de Fermat acerca de que  $a^n + b^n = c^n$  sólo se cumple para  $n=2$ , la de que todo número par es igual a la suma de dos números impares, la de que la serie de números primos es infinita, y tantas otras (muchas de las cuales fueron propuestas por Hilbert a los matemáticos del siglo XX en una relación de 23 cuestiones) escapan hoy a las posibilidades de un análisis racional satisfactorio y previsiblemente sólo parece que sería justificable su racionalidad, desde otro horizonte de inteligibilidad distinto al de la actual matemática.

Incluso conceptos que se nos aparecen como completamente de finidos de modo racional se revelan inmanejables para proceder a un análisis de sus propiedades matemáticas. Por ejemplo, téngase el conjunto formado por los números decimales en los que la cifra 6 puede o no aparecer después de la coma, pero jamás aparece seis veces seguidas. Sabemos de este conjunto que, por ejemplo,  $11/20 (=0.55)$  y  $8/7 (=1.42857\ 42857\dots)$  pertenecen a él, pero no hay ningún matemático en el mundo que sea capaz de decidir si el número "pi" ( $=3.14159265\dots$ ) pertenece o no a este conjunto. Del mismo modo, se revela prácticamen-

te imposible analizar propiedades matemáticas de este conjunto. Tenemos aquí un conjunto cuya "forma definidora" se nos presenta plausiblemente racionalizada, pero con el que no podemos en la práctica ejercer ningún tipo de análisis matemático (al menos desde el horizonte / de inteligibilidad en el que estamos actualmente situados. (31)

Por lo mismo, aunque no nos vamos a detener en las consideraciones propias de las limitaciones internas de los formalismos, debemos indicar que el teorema de incompletud de Gödel, acerca de sistemas formales que contengan un nivel mínimo de complejidad, como el de la / Aritmética Elemental, las dificultades planteadas por las paradojas de la Lógica, etc... nos remiten a una complejidad enorme del problema y niegan "de facto" la ilimitada potencialidad de la matemática como instrumento de análisis. (El teorema de Gödel niega "de iure" la posibilidad de un formalismo matemático completo). De esta manera nos parece / que, no pudiendo la matemática analizarse exhaustivamente ni siquiera a sí misma, este instrumento de análisis no puede ser tan absolutamente satisfactorio como a veces se ha pretendido.

El fenómeno que estamos estudiando, que impone a la matemática unas limitaciones muy importantes, tiene su explicación, a nuestro entender en dos razones bastantes poderosas:

a) El instrumento matemático, llegado determinado nivel de / análisis, se revela inmanejable por su complejidad. Por decirlo de algún modo, se independiza del usuario, manifestando unas potencialidades y unas posibilidades que trascienden los límites accesibles a la / racionalidad del propio creador del instrumento. Esto se produce ya en la matemática históricamente desde el primer momento, en la propia / geometría euclidiana.

Precisamente, con la Geometría Euclídea nos encontramos en / el caso de una serie de teoremas derivables de los axiomas primitivos que pasaron desapercibidos al autor de los "Elementos" y que son de importancia mucho mayor a veces que otros teoremas descubiertos por él. El fenómeno se ha repetido constantemente en la historia de las matemáticas. Como dice el Profesor Saurells, "los teoremas de la geometría, directamente obtenidos por construcción se parecen a aquellos autómatas de la fábula que, una vez fabricados, accionan y se comportan a su albedrío ante el asombro de su propio ingeniero constructor. En realidad / esta especie de superioridad de la obra sobre su autor, o si se quiere este asombroso hecho de que un enunciado contenga más cosas de las que conoce su enunciante, el que la fórmula -como decía Hertz - "sepa" más que su formulador, constituye la esencial característica que confiere al saber matemático toda su inefable nobleza" (32)

El propio James Clerk Maxwell, que verificó por primera vez las ecuaciones electromagnéticas y demostró la existencia de las ondas de radio, escribió: "No puede uno evitar el sentimiento de que estas / fórmulas matemáticas tienen una existencia independiente y una inteligencia propia, que son más sabias de lo que somos nosotros, más sabias incluso que sus propios descubridores y que obtenemos de ellas más de / lo que originalmente se puso en ellas" (33).

b) La segunda razón consiste en que el propio instrumento no parece estar exento de toda una serie de aparentes contradicciones e incompletudes a las que hemos aludido y que es necesario superar mediante un análisis racional que constantemente se manifiesta incompleto si examinamos el panorama general de la disciplina.

Esto no suele reflejarse en los manuales de matemáticas, pe-

no frecuentemente con el instrumento matemático se intenta analizar dominios conceptuales que, desde el horizonte de inteligibilidad histórico en el que está instalado el matemático usuario, lo trascienden de / modo muy notable; en tal caso, el matemático se ve obligado a suspender el análisis en determinada dirección, hasta que se produce el descubrimiento del genio creador que da una nueva orientación al análisis descubriendo nuevos dominios conceptuales que deberán ser analizados.

Así, por ejemplo, mientras existen dominios cuya inteligibilidad está prácticamente agotada mediante el exhaustivo análisis matemático llevado a cabo sobre ellos (tal, por ejemplo, el análisis del / concepto de "integración") no ocurre esto en innumerables dominios en los que un análisis en profundidad exige previsiblemente transcender el horizonte de inteligibilidad en el que se encuentra la matemática actual. Y posiblemente nunca logremos un dominio exhaustivo de los mismos, ya que el análisis de unos conceptos descubre otra serie de ellos cuyo análisis sería preciso emprender, puesto que aparecen incompletamente racionalizados, y así sucesivamente.

Tengase en cuenta que estamos hablando de que habría que / transcender el dominio u horizonte de inteligibilidad desde el que se ha emprendido el análisis, para acceder a otro tipo de análisis que, por situarse en otro horizonte pudiese suministrar un tratamiento exhaustivo del tema; por ello hay que señalar que no se trata de una mera limitación que podría superarse con una mayor potencia de cálculo, tal como con un cerebro electrónico, por ejemplo. Por el contrario, se debe situar el análisis desde otros horizontes de racionalidad matemática a los que debe ser llevado por un genio creador que lo efectúe mediante un acto irreductible al propiamente deductivo. Es decir, no se

trata de que la potencia deductiva esté limitada por unos condicionamientos subjetivos (que, por supuesto, existen) sino por unos condicionamientos que están en el propio instrumento de análisis.

Cuando en un determinado dominio matemático de problemas se logra un análisis que agota cierta cuestión hasta entonces no resuelta ello se consigue, no gracias a las consideraciones exclusivas de un / pensamiento formal puramente deductivo, sino a una transcendencia de / estas consideraciones mediante una especie de "iluminación", que permite entrever al matemático una luz en el lugar hacia el que debe diri- / girse posteriormente en sus razonamientos, mediante una hipótesis que / se haría justificable gracias a ellos.

Esto nos hace pensar que lo esencial de la matemática no es la incontaminación deductivo-formal en que aparecen las exposiciones de esta disciplina. En el fondo, sólo adquiere validez aquello hacia / lo que se quiere llegar; ya los griegos, por esto, no daban mayor im- / portancia a los teoremas que encontraban en el camino de una demostra- / ción del teorema que realmente deseaban demostrar.(34)

#### HORIZONTE DE INTELIGIBILIDAD Y HORIZONTE DE MATEMATIZACION

Considerada la matemática en sí misma debe estar constituida por un cuerpo de proposiciones que, hablando en lenguaje leibniziano, / constituyen una serie de verdades de razón. Vale decir, una serie de verdades necesarias cuya razón de ser tales puede encontrarse mediante el análisis, resolviendolas en verdades más simples, hasta llegar a / otras que darían razón de sí mismas, formando parte de unos axiomas / primitivos (admitidos, bien por convención, bien por consistir en ver- / dades racionalmente evidente; no nos detendremos en analizar la cues- /

tión de la existencia o no de conceptos "racionalmente evidentes" (aunque nadie ignora los problemas filosóficos que la cuestión plantea).

Pero ocurre que, para el análisis de muchas proposiciones matemáticas que se nos presentan como verdaderas por comprobación de casos, no se encuentra el modo acertado de proceder hasta llegar a la "razón" de su verdad. Hemos indicado algunas conjeturas de la Teoría de Números que se hallan en esta situación.

En cuanto idénticas a las verdades de razón leibnizianas podríamos decir que las proposiciones en que consisten los teoremas matemáticos deberían ser ciertas, independientemente de que se refieran a objeto alguno en particular (real o ideal) porque su negación, llegado a un nivel adecuado de análisis, aparecería como lógicamente insostenible, ya que exhibiría ostentadamente la contradicción.

Pero muchos teoremas matemáticos se nos presentan con tales caracteres de racionalidad que su negación no parece en modo alguno contradictoria; y sin embargo, no somos capaces de llegar al nivel de análisis en que ocurriría esto. Pero tampoco nos decidimos a convertirlos en axiomas primitivos. Puesto que nuestro análisis matemático no puede hacer patente su necesaria deducción de unos axiomas iniciales, ni los convierte en tales, presenta, por tanto, fallas y limitaciones que es preciso señalar.

De este modo, la matemática se nos revela como una "razón constituida" en unos teoremas que nos remiten a una razón "constituyente". Esta razón constituyente consiste en un movimiento previo del razonamiento que determina el horizonte en el que se encuentra la deducción matemática. (Un ejemplo verdaderamente aleccionador lo encontramos en el nacimiento de las geometrías no euclidianas, cuando se procedió

al análisis del célebre postulado de las paralelas).

Precisamente en cuanto razón constituyente trasciende el / producto de su actividad, la razón constituida, convertida en unos determinados cálculos formales y puede situar su análisis más allá del - horizonte en el que se encuentra el análisis matemático en determinado momento histórico.

De esta manera se puede explicar cómo el replanteamiento de problemas y cuestiones viejas desemboca en ocasiones en un nuevo modo de entender las disciplinas matemáticas y en el descubrimiento de nuevos dominios de racionalidad del análisis matemático que, por supuesto, no eran accesibles sin más desde el conjunto de fórmulas de las que se disponía; y esto aunque aparentemente podrían haberse deducido de él. Hacía falta que la razón constituyente se situase en otro horizonte / sin el cual no podría haberse llevado a cabo el replanteamiento.

Basta situarse en otro horizonte aparecido tras la idea ge-/ nial del matemático que descubre una nueva dimensión matemática o un nuevo tratamiento de ciertos conceptos, para que las fórmulas anteriores, hasta entonces "opacas" a cierto tipo de análisis, se revelen de pronto iluminadas y susceptibles de conducir al matemático por un nuevo camino que lleva a otra verdad conquistada.

¿Contenía la fórmula anterior, en sí misma considerada, el / nuevo desarrollo, como en embrión? No. La fórmula matemática no puede/ considerarse más que desde el horizonte en el que se sitúa la razón constituyente, que conduce el razonamiento matemático. Desde el hori-/ zonte anterior la fórmula no conducía a ningún lugar nuevo, aunque se encuentre después que virtualmente hubiera podido hacerlo. Ocurre algo así como con los ladrillos que formarán parte de una futura casa. No /

puede decirse que esté prefigurada en ellos. Del mismo modo, las fórmulas tampoco contienen sus virtuales análisis y combinaciones. Sólo desde el nuevo horizonte las fórmulas nos llevará a nuevos dominios.

Será un nuevo procedimiento el que lleve al matemático al descubrimiento de las nuevas verdades. Si consideramos el método como el camino y el procedimiento como la manera de recorrerlo, hay que afirmar que en matemáticas mientras no hay un procedimiento, esto es, una forma de andar el camino, no existe un método, un sendero. La forma de transitar determina el camino. Pero mientras no exista el procedimiento, el método no existe; el camino no está roturado.

La matemática, entendida exclusivamente como un cuerpo de proposiciones entrelazadas por una serie de deducciones formales cuya agudización la encontramos en el ideal axiomático, sólo presenta una serie de caminos transitados, de métodos de análisis ejercitados, pero oculta la esencial actividad de la roturación, los procedimientos, desde la búsqueda de nuevos horizontes, por parte de la razón constituyente para alumbrar un nuevo camino en la razón constituida de las deducciones formales.

De este modo, el horizonte de racionalización matemática en que se encuentra esta disciplina en un momento histórico dado está transcendido por unas necesidades de racionalización atisbadas que aparecerán racionalizadas en nuevos horizontes de inteligibilidad mediante nuevos análisis de la razón constituyente sobre la razón constituida.

El progreso matemático se consigue mediante las anticipaciones, las intuiciones de nuevos modos de orientar el análisis matemático que trasciende el cuerpo de deducciones formales y la capacidad de derivación a partir de las fórmulas que se poseen.



La matemática no está constuida exclusivamente por una serie de deducciones lógico-formales constituyentes de su "corpus" de contenidos. El espíritu creador del genio matemático palpita en el horizonte de inteligibilidad desde el que se examinan los teoremas y deducciones correspondientes. Todo gran descubrimiento matemático lleva impresa la huella del genio creador que lo alumbró. Su pura expresión deductivo-formal no es más que el cuerpo desprovisto del aliento de vida / que le hace existir como resultado de una razón constituyente que trasciende los productos que elabora. Así se entiende que esta razón constituyente se encuentre insatisfecha tanto ante los problemas que aparecen en dominios matemáticos ya roturados desde hace bastante tiempo, / como ante la imposibilidad de analizar problemas atisbados, desde el / horizonte de inteligibilidad matemática conseguido.

La razón constituyente matemática, en cuanto tal, se encuentra limitada para el análisis de ciertos productos de la razón matemática constituida. Existen dominios en los que aquella parece haber llegado a un análisis exhaustivo, llegando a agotar el dominio de los conceptos hasta un punto, al parecer, definitivo. Sin embargo, existen dominios en los que el análisis llevado a cabo no ha podido realizarse, no ya de un modo exhaustivo, sino ni siquiera satisfactorio para la razón constituyente.

De aquí que las matemáticas se nos presenten como un tipo de análisis que, siendo de una efectividad fuera de toda duda, capaz de llevar a la razón a sus máximas cotas, presenta siempre un cierto grado de insatisfactoriedad; el análisis matemático se presenta así como un instrumento que no puede atribuirse una efectividad ilimitada.

De este modo, nos vemos obligados a poner reparos a la postu

ra que esgrime el ideal de matematización como instrumento definitivo en el análisis de cualesquiera elementos de racionalidad. No puede ser absolutamente definitivo un tipo de análisis que ni siquiera es capaz de analizarse a sí mismo de modo satisfactorio por completo. Esto, como es obvio, no empece para nada el reconocimiento de la efectividad del método matemático, una vez asumidas sus limitaciones, y de su gran valor heurístico. Sólo va encaminado a corregir la tendencia exagerada / de una confianza ilimitada en la razón matemática, como si fuese un remedio milagroso que proporciona elementos exentos de imperfecciones y libra resultados de una racionalidad absoluta.

Las propias limitaciones internas de los formalismos nos aseguran que ni siquiera al nivel de la exposición lógico-formal más aséptica consigue la matemática un horizonte de inteligibilidad racional / absoluta.

#### TRANSCENDENCIA DE LAS ESTRUCTURAS REALES SOBRE EL ANÁLISIS MATEMÁTICO.

Pero es que, además, la propia realidad responde a la matematización trascendiendo los procedimientos de análisis matemático que sobre ella pretende llevar a cabo el sujeto. Es decir, aunque la matematización del método se mostrase satisfactoria, la matematización de la realidad se revela claramente insatisfactoria. Así, por ejemplo, pese al dominio que sobre el concepto matemático de integración se posee en la actualidad, no creemos que ningún matemático sea capaz de calcular el volumen del tronco de cualquier vieja encina de Extremadura; / del mismo modo, como el profesor Saumells gusta de decir en sus clases no existe ningún matemático capaz de describir matemáticamente la tra-

yectoria que recorre una gota de lluvia que cae sobre el cristal de / una ventana, baja durante un corto trecho sola y se une inmediatamente a otra, acelerando su caída, uniéndose luego a otra, y así sucesivamente. Y el fenómeno, en cuanto suceso real, no puede ser más simple y / más abundante (los días de lluvia, por supuesto).

En un primer momento parece que la realidad se plegase a las formas que el pensamiento matemático intenta imponerle; pero bien pronto se ve cómo esta sobrepasa los moldes impuestos por el análisis matemático, de modo que sólo puede aplicarse a aquello que la mente matemática ha puesto en su pensamiento operativo-constructivo sobre la realidad. Pero esta es una parcela mínima y (valga la aparente paradoja) profundamente superficial de la realidad.

Estructuras muy simples de lo real necesitan un tratamiento matemático a veces tan complicado que exigen años de investigación matemática al estudioso. Pero la realidad consta de estructuras infinitamente más complejas que estas. Desde otro horizonte de inteligibilidad que supera el puro modelo formal-matemático, puede columbrarse que hay mucho más de lo que estamos diciendo sobre ellas en el análisis matemático. Estas estructuras trascienden el pensamiento matemático que / pretendía abarcarlas, pero no son por ello incognoscibles; son, eso / sí, inmanejables en un pensamiento exclusivamente operativo-constructivo.

Esto, por no hablar ya de otras estructuras no matemáticas / bles que se dan en las experiencias estéticas, místicas, éticas, etc., cuya descripción es claramente imposible en los moldes de la cantidad y la mensurabilidad exigidos en el tratamiento positivo de la realidad impuesto por las ciencias matematizadas.

La matemática imprime unas formas a la experiencia de lo / real. El análisis matemático establece unos sistemas fundamentados en reglas lógicas de operar en las que, mediante definiciones, se van in / troduciendo operaciones. De este modo, un sistema matemático es un / sistema operativo constructivo en el que se producen elaboraciones / constructivas de conceptos y se opera con ellos. Una vez en posesión / de los mismos, las matemáticas se aplican a la realidad y ocurre que / esta se pliega y en un primer momento responde de modo adecuado a la / matemática.

Mas la aplicabilidad de la matemática a la realidad empírica se muestra inmediatamente limitada y circunscrita a una pequeña parte de lo cognoscible. Las estructuras de lo real se muestran inmensamente sobreabundantes a las estructuras que el pensamiento matemático es capaz de producir. La Física Matemática apareció como una forma de conocimiento de éxito inaudito por la feliz casualidad de que históricamente los fenómenos estudiados al principio por la Mecánica Clásica fueron muy fácilmente matematizables.

Esta rama, que fue considerada la más importante de la física, se erigió en modelo de las restantes y al decir de Ernst Mach privatizó y ejerció una auténtica tiranía sobre las demás; sin embargo, el que apareciese como tipo de conocimiento ideal al que debería aspirar cualquier otra rama de la física se debió a una doble casualidad: (utilizamos el término casualidad en sentido de facticidad, de ser el caso, ser así; no hacemos referencia al azar, frente a la necesidad)

a) Los astros tienen forma esférica. Ello permite que en la Mecánica de Partículas puedan ser considerados como elementos puntuales, / tomándose para ello como punto de referencia el centro de la esfera, y

eliminandose de este modo las complicaciones que en el análisis matemático introduciría la consideración de cuerpos irregulares.

b) La ecuación capital de la Mecánica Clásica,  $F = m.a$ , no produce ningún tipo de complicaciones comparables a aquellas en que se ve envuelto el pensamiento matemático cuando trata otro tipo de integrales, que plantean dificultades que en la práctica cuesta mucho trabajo resolver satisfactoriamente.

De este modo se ha producido el espejismo de creer que la realidad se pliega dócilmente al pensamiento matemático y se piensa que es la cosa más natural que suceda esto así. El gran problema epistemológico de la aplicabilidad de la matemática a la realidad (algo que difícilmente fue admitido por los pensadores que no fueron platónico-pitagóricos, hasta el siglo XVII) se presenta como un postulado sin ninguna dificultad ni artificiosidad, como algo natural de lo que resulta irracional dudar. De esta manera se desemboca en una postura similar a la de David Hilbert, quien sostenía que hay una especie de armonía preestablecida entre la naturaleza y el pensamiento matemático. (35).

El sueño de la *Mathesis Universalis*, sin embargo, debe desaparecer cuando se comprueba hasta qué punto la matemática está limitada al conocimiento de sólo una mínima parcela de la realidad, accesible a este tipo de análisis. Y esto, independientemente de la falta de adecuación que a veces puede producirse entre los conceptos matematizados, metrizados, y estos mismos conceptos adquiridos anteriormente por la experiencia común. Cuando esto ocurre, se plantea el problema adicional acerca de qué clase de realidad estamos adquiriendo en el conocimiento científico matematizado.

Mientras, por ejemplo, se puede hablar de una cierta adecuación entre el concepto de "masa" en Física y el mismo concepto abstraído en la experiencia común, ya no se puede decir lo mismo respecto al concepto de "inteligencia", por ejemplo, en Psicología y mucho menos si se nos ocurriera metrizar en un "perfil" el concepto de "melancolía" etc... Ni que decir tiene que los complicados análisis factoriales y los tests al uso determinan unos conceptos métricos en Psicología que difícilmente están en continuidad con lo que, mediante la experiencia común parece descubrirse en la realidad. La matemática, pues, agota / una mínima parcela de la significación de un número enorme de conceptos.

Pero es que, además, sin necesidad de recurrir a la consideración de dominios como la ética, la estética, etc... la realidad presenta en innumerables casos, dentro del campo de conocimientos objeto de la ciencia, un comportamiento que no es susceptible de tratamiento matemático, desde el horizonte de matematización en que nos hallamos. Y previsiblemente, por mucho que pretenda profundizar nuestro análisis seguirá presentando comportamientos inasequibles al conocimiento matemático. Sin ir más lejos, en Biología, salvo en algunas cuestiones susceptibles de tratamiento estadístico, como en genética de poblaciones y poco más, la matemática se manifiesta como instrumento de conocimiento insuficiente.

Así, por ejemplo, nos dirá H. J. Barraud que el biólogo descubre constantemente mecanismos que escapan a todo análisis matemático "Anatómicamente el cerebro global comporta de doce a catorce mil millones de neuronas que están todas interconectadas y que al mismo tiempo - están agrupadas en dispositivos altamente especializados. Ahora bien,

al nivel de la epistemología queda excluido que una organización tal / pueda jamás ser racionalizada según las normas de la Física Matemática que, sin embargo, es íntegramente tributaria de aquella".(36). Y esto/ sin tener en cuenta que no todo concepto puede ser sustituido por conceptos cuantitativos y que no toda experiencia puede ser descrita mediante estructuras formales matemáticas.

En realidad puede decirse que si la matemática es aplicable a la experiencia de la realidad esto es posible porque operamos con la naturaleza y aplicamos constructivamente en tal experiencia de la realidad nuestras formas matemáticas. Mas por ello, sólo aquellas experiencias que puedan adquirir la forma constructiva que intentamos introducir en ellas podrán ser analizadas de modo matemático, con lo que se produce un doble fenómeno:

a) Que muchas de las experiencias de lo real a pesar de aparecer dejándose analizar de modo matemático parcialmente, trascienden muy / notablemente los resultados que pueda ofrecernos este tipo de análisis. La experiencia, en última instancia presenta una complejidad tal que / ante ella el instrumento matemático debe enmudecer prontamente, tanto por la inmanejabilidad de las complicadas formulaciones matemáticas / que hay que utilizar como porque trasciende estas formulaciones.

b) Que muchas experiencias de lo real no son susceptibles de tratamiento matemático, ya que nos vemos incapacitados para introducir en ellas las fórmulas constructivas que el análisis matemático requiere. De este modo, dichas experiencias sólo serán caracterizables de manera negativa desde la matemática, en el sentido de que, o bien se descubren organizaciones de elementos que trascienden el horizonte histórico de inteligibilidad matemática (volviéndose imposibles de analizar por una

contingencia quizás en el futuro superable) o bien descubren elementos que previsiblemente no serán susceptibles de tratamiento matemático jamás.

De modo fáctico no se pueden señalar los límites en los que habrá de detenerse la matematización. Constantemente hemos ido asis- / tiendo a la caída sucesiva de las barreras que se han ido señalando / como límites a la misma. Sin embargo, hay que indicar que siempre que- / dará en la realidad un residuo imposible de agotar mediante el trata- / miento matemático; aunque sólo fuera porque, de acuerdo con lo que he- / mos indicado en el primer capítulo, la fuente de información (la reali- / dad) jamás puede ser agotada por el código a través del cual se produ- / ce la información (el conocimiento matemático).

#### EL ALCANCE DE LA MATEMÁTICA COMO MODO DE CONOCIMIENTO

Si, al decir de Russell, la matemática es aquella ciencia en "la que nunca sabemos de qué estamos hablando ni si aquello de lo que estamos hablando es verdad", debemos concluir en que la cuestión de / la aplicabilidad de la matemática al mundo real plantea problemas muy interesantes a la hora de ver el alcance que la matemática tenga como método de conocimiento de lo real. En efecto, podemos decir que en la ciencia empírica actual la matemática posee un doble cometido:

a) Por una parte realiza las labores de cálculo, de computación / dentro de las teorías. En este aspecto no se añaden problemas nuevos a los que ya hemos señalado en la consideración del instrumento matemá- / tico en sí mismo.

b) Pero además las matemáticas asumen el papel de formadora de / de conceptos, tal como ya hemos indicado anteriormente. Así, por ejem-



plo, en la Mecánica Clásica la noción de velocidad instantánea es subsidiaria del concepto matemático de derivada; igualmente las leyes del movimiento son dependientes de las correspondientes ecuaciones diferenciales. Sin estos conceptos matemáticos no se habría llegado a aquellos conceptos teóricos científicos.

Como dice Morris Kline, "para un físico, las matemáticas no son solamente una herramienta por medio de la cual pueden ser calculados los fenómenos. Es la fuente principal de los conceptos y principios por medio de los cuales se crean nuevas teorías"(37).

De cualquier modo, si hemos de hacer caso a la frase de Russell, la aplicabilidad de la matemática a lo real (no a lo teórico científico, repárese bien en ello) es más problemática de lo que habitualmente se está dispuesto a admitir y estamos acostumbrados a pensar. Si el pensamiento matemático determina las leyes del pensamiento por el que se regirá el conocimiento científico, las matemáticas servirán en el conocimiento de la realidad en cuanto puedan servirnos para analizar lo que previamente hayamos puesto en ella. Mas en este caso, no podemos asegurar que la estructura de la realidad pueda ser exhaustivamente examinada de modo matemático.

Es más: en aquellos dominios de las teorías científicas en que se dispone de conceptos que sólo manifiestan un comportamiento en el cálculo matemático, no se puede sostener sin más que la realidad de estos conceptos sea la correspondiente a la que tienen en el cálculo. "Al término del análisis más fino de la materia (nos dirá Barraud) la realidad no es más que parcialmente observable; de tal suerte que la explicación lógico matemática sólo responde a los mecanismos más delicados del genio científico y la correspondencia con la realidad ha que

dado prácticamente rota"(38).

En realidad, matemáticamente hablando, en unos cálculos, precisamente por el hecho de ser tales, no se está hablando de nada. De modo que convendrá insistir nuevamente sobre este punto en el transcurso de nuestro trabajo. Aquí baste sólo indicar que no podemos admitir la tesis, por ejemplo, de que una teoría que pretende hablar de la realidad y sostiene que el electrón es un elemento objetivo de esa realidad, no puede tratar a este concepto afirmando que el mismo "no es identificable en tanto que objeto y que su ser se agota en un mero ser matemático que comporta un factor constante de indeterminación" y nada más.(39)

En cuanto se pretende hablar de la realidad, la identificación entre objeto real y ser matemático es insatisfactoria. La realidad es algo más, algo que está más allá del cálculo, fuera de la matemática. La matemática es una sintaxis que pretende analizar las relaciones que en un principio se nos dan en una semántica. Pero las estructuras sintácticas matemáticas no agotan toda la sintaxis que subyace entre los elementos semánticos de la realidad. Esta responde demostrando constantemente la insuficiencia del análisis matemático en sus dominios. La matemática sólo se muestra autosuficiente en el análisis de aquello que pertenece a su propio lenguaje; esto es, cuando nos dice algo no sobre la realidad, sino sobre sí misma, sobre el propio análisis matemático; y aún aquí, como hemos visto, presenta fallas y limitaciones que demuestran la utopía del ideal de una racionalidad matemática absoluta al estilo kepleriano, no ya de la realidad, sino de la propia matemática.

Todo lo anterior, sin embargo, no es óbice para que reconoz-

camos el inmenso y decisivo papel que la matemática juega en el conocimiento científico del mundo y para considerar que la matematización de el método constituye un concepto disciplinario capital en lo que llamamos el sistema representacional de la ciencia actual; la matematización apunta a un ideal explicativo de un alcance inusitado para cualquier otro método de conocimiento. El reconocer las limitaciones que la matematización conlleva al conocimiento, no impide apreciar el extraordinario aporte que la matemática ha representado para el conocimiento de la realidad.

#### PRIMER SUPUESTO DE LA MATEMATIZACION DEL METODO CIENTIFICO

Puesto que consideramos la matematización como método de pensamiento en la ciencia actual, hay que reconocer que admitir la validez de este método exige entender la estructura ontológica del mundo real en cierta correspondencia con la estructuración gnoseológica de la matemática.

En tanto se siga creyendo que los fenómenos que se producen en torno nuestro son reales y que la realidad tiene una estructura que se puede conocer, es decir, es racional, se elaborarán generalizaciones y construcciones teóricas que intentan reflejar esta estructura. Este supuesto epistemológico es insoslayable en cualquier análisis acerca del método de conocimiento. Del mismo modo, en tanto se examine un método matematizado, se da por descontado que la estructura de la realidad se expresa y refleja en fórmulas matemáticas. Por tanto, se están asumiendo unos supuestos ontológicos y epistemológicos específicos, algunos de los cuales vamos a examinar.

Cuando se asume la validez de la matematización del método

de conocimiento científico, se da por supuesta una correspondencia entre la estructura ontológica de la naturaleza y la estructura gnoseológica del entendimiento humano. Ambos deben obedecer la misma ley matemática. Entre pensamiento matemático y estructura real debe existir un tipo de relación de homomorfismo.

En su origen la ciencia moderna emprendió la matematización de su método sin detenerse a analizar cual pudiera ser la naturaleza / de esta correspondencia ni buscar la causa de que se produjese esta. El tema, por sí solo, habría exigido un estudio aparte tan complejo o más que el propio estudio científico que se traían entre manos. Sólo a veces se tocó de pasada, como otras tantas cuestiones relacionadas con el tema. Lo que sí queremos indicar es que desde el primer momento los científicos se dieron cuenta de que asumían tal supuesto.

El propio Galileo en "Il Saggiatore" expresaba esta idea diciendo que el universo "está escrito en lenguaje matemático, y las letras son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es imposible entender una sola palabra".

El postulado de la adecuación entre estructura ontológica de lo real y estructura gnoseológica de la matemática será fácil de justificar en las primeras etapas menos evolucionadas de la matemática en las que se pensaba que esta era producto de un proceso de abstracción aplicado a la naturaleza; de este modo, las líneas rectas eran una abstracción llevada a cabo sobre las líneas que separaban las fincas, los números aparecían como abstracciones de cantidades que se contaban o se medían; pero poco a poco debió irse abandonando esta idea sobre la abstracción matemática que habían defendido los filósofos (entre ellos Aristóteles adjudicaba a la matemática el segundo grado de abstracción);

con la aparición de los números "irracionales", "complejos", etc...hubo de prescindirse de la idea de "Algebra natural"; ¿A qué abstracción de la naturaleza corresponde el número "i"?; lo mismo hubo de ocurrir con la Geometría: poco a poco hubo de eliminarse la idea de que la Geometría consistía en un esquema abstraído del mundo físico.

Esto quedaría demostrado más palpablemente en las cuestiones subsiguientes al descubrimiento de las geometrías no euclidianas. Durante algún tiempo se pensó que las geometrías no euclidianas no eran más que meros juegos mentales, adjudicándose la propiedad de "Geometría real" a la geometría plana. Pero Gauss había hecho ver que esto no podía sostenerse; basta escoger un triángulo de dimensiones suficientemente pequeñas, para que la realidad cumpliera los requisitos impuestos a estas figuras por las geometrías no euclídeas. El matemático había de renunciar a la idea de encontrar la geometría real, abstraída de la realidad, porque en definitiva la geometría no se abstrae de la sino que crea modelos para interpretar esta. En sus modelos correspondientes, cada tipo de Geometría verifica sus teoremas deducidos, y las nuevas geometrías se adaptan a la naturaleza tan exactamente como la geometría euclídea en el grado en que las mediciones lo pueden determinar, basta escoger modelos de dimensiones adecuadas. Podríamos decir / que la geometría no habla de la naturaleza, sino que establece modos de hablar sobre ella; no se refieren las distintas geometrías a la naturaleza, porque entonces sólo habría una geometría verdadera. Mas la dimensión de la verdad es una dimensión semántica, ajena a la estructura sintáctica matemática.

De aquí que no se pueda afirmar tan alegremente que los axiomas básicos o los teoremas deducidos están escritos en el universo, /

porque estos, como afirman los positivistas lógicos entre otros, no se refieren al universo, sino a la forma de hablar acerca del mismo. De cualquier modo, la matematización del método supone admitir que, para los objetivos de la ciencia el lenguaje matemático (y el pensamiento matemático) "en triángulos, círculos y otras figuras geométricas" es el más adecuado para describir el comportamiento de la naturaleza.

Este supuesto ontológico plantea a su vez un problema epistemológico muy importante. Demasiado frecuentemente se afirma en los círculos filosóficos que la aplicación del método matemático en la ciencia significa el destierro definitivo de ella de todo aquello que no es cuantificable; que las "formas" quedan desterradas de la visión científica del mundo; que el reino del ser queda reducido al reino de la materia. Y seguidamente se pasa sin más consideraciones al análisis de la visión cuantitativo mecanicista del universo, visión que subyace a esta metodología.(40)

Se afirma que lo determinante en el conocimiento científico matematizado es el hecho de que se estudia exclusivamente "la cantidad" prescindiendo del "mundo de las formas". Se ha dicho que con la matematización del método se pasa del tratamiento del ser al tratamiento de la magnitud.

Creemos que ello es cierto, pero que el tratamiento matemático de la experiencia tiene un significado bastante superior al que se le asigna desde esta perspectiva. Lo anterior es una visión excesivamente miope de la matematización.

Se habla demasiado frecuentemente del ideal matemático de conocimiento como reducción de los esquemas científicos a esquemas puramente cuantitativos, a fórmulas que no contienen otra cosa que opera-

ciones con cantidades. De este modo, se afirma que el tratamiento con las cosas se reduce al tratamiento con cantidades y magnitudes. Pero / esto no es tan simple.

Las fórmulas matemáticas que expresan las leyes de los fenómenos prescinden, en cierto modo, de la cantidad desde el momento en / que los símbolos de las mismas que representan los elementos reales, / materiales, del fenómeno son coeficientes indeterminados que esperan / llenarse en los casos concretos de verificación de la ley, mediante / la medición experimental.

En las leyes matemáticas que expresan el comportamiento de / los fenómenos reales lo importante es la expresión de las relaciones / en que se encuentran unos coeficientes materiales, indeterminados en / la fórmula que expresa la propia ley. Lo importante es la formulación algebraica, en cuanto permite pasar de la cantidad particular a la relación general; de manera que el fenómeno concreto en el que se miden estos coeficientes pasa a ser un simple ejemplo de un fenómeno general. Así, la cantidad, que ha servido para encontrar las relaciones entre / los distintos elementos intervinientes en el fenómeno, queda relegada a un simple accidente de estas relaciones.

A este respecto dice Poincaré que el método matematizado se / adapta muy bien al conocimiento que pretende las ideas claras, porque "las matemáticas no estudian objetos, sino relaciones entre objetos; / les resulta, pues, indiferente reemplazar esos objetos por otros, / siempre que las relaciones no cambien. La materia no les importa, sólo la forma les interesa... Si esto no se recordara no se comprendería por qué Dedekind designa con el nombre de número incommensurable a un simple símbolo, es decir, algo muy diferente de la idea que uno cree ha-

cerse de una cantidad, que debe ser medible y casi tangible"(41)

Es más, existe una rama de la matemática, el antes llamado / analysis situs, y hoy conocido generalmente con el nombre de topología que deja de lado y hace abstracción por completo de la medida de / la cantidad. Habría, pues, que decir que el interés inicial de la matemática por la cantidad se ha revelado como un mero accidente histórico. La idea de cantidad no define la esencia de la matemática y por ende, la idea de cuantificación tampoco define la esencia de la matematización del método científico. Karl Menger define la cantidad como un par ordenado cuyo primer miembro es un objeto y cuyo segundo miembro es un número. Si dos cantidades son congruentes, no es posible que tengan el mismo objeto y valores numéricos distintos. Cuando el objeto primer / miembro de este par ordenado no es un número, sino una distancia o el acto de leer sobre una escala (caso que ocurre en las ciencias empíricas) el concepto de "cantidad" pertenece a una matemática aplicada a la realidad en la que se buscan relaciones entre los primeros miembros de estos pares ordenados, a través de las relaciones entre los segundos miembros de dichos pares.

Algo muy similar a esto era indicado por Bachelard, cuando / afirmaba: "De hecho, en la organización matemática del saber hay que / preparar el dominio de definición antes de definir, exactamente de la / misma manera que en la práctica del laboratorio hay que preparar el fenómeno para producirlo. El pensamiento científico contemporáneo comienza, pues, con una "epojé", con una puesta entre paréntesis de la realidad. Y bajo una forma un poco paradójica pero que nos parece sugestiva, se puede decir que la mecánica de Dirac examina en primer estudio la propagación de los "paréntesis" en un espacio de configuración. Es



la manera de propagarse lo que definirá a continuación lo que se propaga. La mecánica de Dirac está, pues, desde el principio, desrealizada. Veremos cómo buscará al fin del desarrollo su realización, o mejor, / sus realizaciones ". (42)

Este fenómeno se puede observar claramente en todas las teorías matematizadas avanzadas. Así, por ejemplo, en la teoría de la relatividad se establecen unas fórmulas en las que se puede hablar de relaciones espacio-temporales entre objetos cualesquiera que, por ello, no están dados en una cantidad particular, prescindiendo del espacio y del tiempo como cantidades determinadas y absolutas (la negación del espacio y el tiempo absolutos implica esto) e incluso prescindiendo / del propio observador que relaciona estos elementos (relatividad de / los sistemas).

Nos parece, pues, muy importante señalar que la principal / consecuencia de la correspondencia admitida entre naturaleza y matemática no es el carácter exclusivo de la magnitud como objeto susceptible de un auténtico conocimiento científico, con el consiguiente abandono de aquellos aspectos que, por no ser cuantificables, no pueden / ser objeto de matematización. Es más bien el hecho de que las relaciones establecidas entre estas magnitudes se correspondan con las relaciones que en el plano gnoseológico siguen las leyes del pensamiento / matemático. Es más importante, quizás, la estructuración de los elementos, poniendo al descubierto sus relaciones internas, que la cuantificación de las magnitudes concretas que en cada fenómeno particular se produce.

Como afirma Bachelard, cuando se mide una cosa, pero no se la calcula, por ejemplo, se mide la dureza de los minerales, no se es-

tá en el terreno del racionalismo científico; de la medida al cálculo se realiza el paso del empirismo al racionalismo. Daríamos además una falsa idea de estos cálculos si los separásemos de las teorías que los sostienen. De modo que matematización y teorización aspiran al ideal / de ser indisociables en el proceder del científico.

Es decir, la matematización del método en las ciencias signi-  
fica principalmente que las relaciones internas, formales, que se des-  
cubren mediante el pensamiento matemático van a estar encarnadas en /  
relaciones materiales entre los elementos de la naturaleza. Precisamen-  
te Russell afirmaba que el origen del número, elemento primero y esen-  
cial de la matemática está en la relación de orden. De modo que, desde  
el punto de vista puramente lógico y teórico (que no tiene por qué /  
coincidir con el proceso psicológico de su adquisición) la relación de  
orden, la estructuración, es lo primero en la matemática.(43)

El problema que se nos plantea a continuación es el siguien-  
te: ¿cuál es el fundamento para suponer esta correspondencia entre ma-  
temática y realidad?. Esto es, el fundamento de la aplicabilidad de la  
matemática a los fenómenos reales. Independientemente de la justifica-  
ción por los éxitos de la práctica, en última instancia esta es una /  
pregunta de carácter metafísico a la que sólo se puede intentar res-  
ponder satisfactoriamente desde la metafísica.

Se han dado las respuestas más diversas: unas veces se ha de-  
sembocado en un platonismo y pitagorismo de carácter cuasi-místico ; /  
otras, como hace David Hilbert, se ha postulado una especie de armonía  
preestablecida entre naturaleza y pensamiento matemático; a veces se  
ha recurrido a la propia teoría de la evolución, afirmandose que la ca-  
pacidad intelectual es filogenéticamente un producto de la naturaleza,

con lo que no hay nada de extraño en que existan correspondencias entre las construcciones de la naturaleza y las construcciones de la mente; tampoco se puede olvidar la solución kantiana, con su teoría de los juicios sintéticos a priori, o la explicación neopositivista de que la matemática es una forma de hablar, una forma de lenguaje acerca de la realidad, llevando el problema al estudio de las relaciones entre lenguaje y realidad.(44)

Nosotros nos vamos a situar en el terreno puramente fáctico y vamos a señalar que, en nuestra opinión, el hecho de que la matemática sea aplicable a la realidad sólo puede ser entendido si se establece como criterio determinante de la matematización (es decir, aquello que determina si algo puede ser matematizado) el criterio operativo-constructivo. Es decir, hay que estimar como extraordinariamente clarificador en este tema el hecho de que con el método científico matematizado se imponen ciertas formas a la naturaleza.

"La respuesta a la vieja pregunta de por qué la matemática es aplicable a la experiencia, a la naturaleza, puede formularse del modo siguiente: porque al operar con las cosas de la naturaleza nos involucramos constructivamente en la realidad, porque imprimimos formas constructivas en la experiencia. Y sólo aquellas experiencias que tienen una forma constructiva puede ser expresada mediante la forma de nuestro pensamiento operativo constructivo"(45).

Es claro que esto tiene una consecuencia fundamental: que con la matematización del método se impone la exigencia de sustituir el dato puro, simple, fenomenológico, por el constructo elaborado mediante el pensamiento operativo constructivo. Como consecuencia de ello, en las ciencias matematizadas los datos en que se apoyan las teo-

rías elaboradas no son nunca datos puramente iniciales que aparezcan en una toma de conciencia ingenua de la realidad, en una intuición de sentido común. Más bien son resultado de una operación de construcción mental y técnica, gracias al pensamiento matemático.

Supone esto una primacía de la reflexión sobre la percepción y una supervaloración de la técnica y el experimento sobre la observación y el fenomenismo natural.

A esto se refiere Bachelard cuando afirma que en las ciencias fuertemente constituidas el instrumento es intermediario imprescindible para estudiar el fenómeno, haciendo de éste el objeto de una fenomenotecnia, frente a un simple fenomenologismo entendido al modo de una observación natural.(46)

"La fenomenología de las sustancias homogéneas - nos dirá Bachelard - aunque puede, según parece, encontrar ejemplos en sustancias materiales, es solidaria de una fenomenotecnia. Es una fenomenología / dirigida. Se olvidaría un carácter importante si se negase el aspecto / social de la búsqueda materialista" y más adelante añade: "cuando se sigue entonces el programa del materialismo instruido se ve que no se / puede confiar en una homogeneidad sensible, en una homogeneidad de un dato. La homogeneidad retenida por la ciencia ha pasado por la instrucción del intermaterialismo, ha sido obtenida indirectamente en aplicación de técnicas probadas, de técnicas rectificadas sin cesar. Caracteriza a una época científica. Fuera de los métodos de homogeneización / fundados científicamente la homogeneidad tiene un valor dudoso"(47) y más adelante concluirá que, puesto que la sustancia es dada naturalmente, no es sustancia pura; será pura cuando la técnica científica elaborada la haya purificado.

#### LA MATERIA SOBRE LA QUE SE EJERCE LA MATEMATIZACION

Otro supuesto capital de la matematización del método científico lo encontramos en la decisión de prescindir de la "naturaleza" de los objetos de estudio, entendida como factor de diferenciación cualitativa de los seres. Esta decisión viene impuesta por el hecho de que la matematización, al introducir números y magnitudes, exige unas renuncias ontológicas muy importantes.

Con la matematización se prescinde de la naturaleza individual de los objetos y se desemboca en una indiferenciación cualitativa de los mismos, dejándolos reducidos a simple "materia". Esta se convierte entonces en un postulado de la mente, necesario para la matematización en el estudio del mundo sensible.

En la ciencia matematizada los accidentes de la filosofía tradicional y de la ontología del sentido común no individualizan los objetos. Todos los fenómenos que se rigen por unas mismas leyes son considerados desde ese mismo momento como homogéneos respecto a aquello desde cuya perspectiva se estudian.

Se puede considerar a la "naturaleza" (entendida al modo tradicional filosófico) como un elemento inaccesible a la matematización, que imposibilita esta. Sustancias individualizadas, cualitativamente diferentes, no pueden ser sometidas a una misma ley matemática si al mismo tiempo hay que tener en cuenta estas diferencias. En la escuela primaria se dice a los alumnos que no se pueden sumar manzanas y peras

Un postulado necesario, pues, para la aplicación del método matemático consistirá en la presuposición de un principio indiferenciado, homogéneo, sin límites que puedan romper la falta de cualificación, a partir del cual se puedan estudiar las meras diferencias /

cuantitativas.

Hay que prescindir de cualquier elemento que escape a la matematización y que, por tanto, sería algo irracional para la matemática. ¿Pero cómo lograr esto en el caso de la materia, cuando se dice que la matematización se lleva a cabo precisamente sobre ella misma?

La única solución parece ser convertirla en algo irrelevante para la propia matematización; esto es, algo homogéneo, indiferenciado etc... Se trata de algo a partir de lo cual se realiza la matematización, más bien que algo sobre lo cual se lleva a cabo esta. La matematización sólo puede ejercerse si se prescinde de accidentes individualizadores irreductibles. Debé, pues, ejercerse sobre una materia isotrópica, indiferenciada, idéntica en sí en cualquiera de sus diferentes presentaciones en los distintos fenómenos materiales.

Según Bachelard, pasando de la sustancia real al método de realización, el accidente ha llegado a ser eminentemente rectificable. "Una conciencia clara del método lo evitará. Una sobrevigilancia social la yugulará. Construid una ciudad científica bien hecha y las materias que ella nos dará serán bien hechas. Serán sustancias sin accidentes".

Con esas sustancias sin accidentes, provistos de cualidades sin fluctuación, la Química no permite al filósofo poner un irracionalismo en una profundidad indecible, en una intimidad sustancial inanalizable. Un medicamento creado por la Química no tiene derecho a la individualidad. Realiza sin accidente su esencia, corresponde al absoluto de su fórmula. Todos los comprimidos de vuestro tubo de aspirinas realizan una identidad absoluta tan segura, tan limpia como una identidad lógica ". (48)

Es por ello que hay que afirmar con Bachelard que en la ciencia moderna todo es método, todo método aplicado y todo método rectificado mediante su aplicación. Al fin y al cabo la garantía de la pureza de la homogeneidad material reside no en un valor natural, sino más bien en una aplicación rigurosa de los métodos. La homogeneidad, la simplicidad y la pureza son los productos del método matemático. Por ello se exigirán estas cualidades a la materia.

La materia será el "x", el punto de unificación de una serie de apariencias, de accidentes cuantificables que permite identificarlos como referidos a un mismo objeto. La materia, no siendo aquello sobre lo que trabaja la ciencia matematizada, sino aquello a partir de lo cual trabaja, es algo similar a la "substancia" de Locke.

Este concepto de materia es una exigencia del método matemático; esta homogeneidad no aparece en lo que podríamos considerar el concepto ingenuo de materia como simple portador de los fenómenos sensibles. Como afirmará, una vez más, Bachelard "fuera de los métodos de homogenización fundados científicamente, la homogeneidad tiene un valor dudoso".(49). No se puede confiar científicamente en la homogeneidad sensible; esta es siempre, al cabo del tiempo, analizada en elementos diversos; no se puede fiar en la homogeneidad de un dato. La homogeneidad a partir de la que la ciencia elabora sus construcciones es algo postulado, algo metodológicamente exigido. La materia científica no es una materia natural.

Mas no sólo debe ser algo cualitativamente indiferenciado; para que se puedan matematizar los fenómenos materiales se ha de considerar a la propia materia como algo invariable en sus efectos en cualquiera de sus presentaciones diversas. De lo contrario no encontraría-

mos solución aceptable al problema de la adecuación de todos los distintos casos particulares de un fenómeno a una misma ley matemática general.

La única forma de que la matematización pueda llevarse a cabo con éxito sobre la materia será considerando a ésta invariable en / sus efectos presenciales en todas las distintas ocasiones en que se / presenta. Si pudiera ocurrir algún cambio debido a efectos producidos por la variación presencial de la materia (este irracional para la matematización) los elementos sobre los que se aplicaría el esquema matemático se verían perturbados por un factor no controlado ni controla- / ble y entonces no serían fiables los resultados de aplicar la matema- / tización a los fenómenos materiales. No habría forma de asegurar la / constancia de la validez de las operaciones matemáticas sobre la rea- / lidad.

No tendría sentido mantener que una operación matemática tie- / ne una aplicación válida a los fenómenos materiales si no se postula / al mismo tiempo que no se produce cambio alguno en ningún factor que / escape a la matematización y que pudiera alterar el comportamiento / cuantificable de los fenómenos. Nada puede venir de no se sabe dónde / que pueda alterar el fenómeno, ni nada puede volatilizarse de él sin / que se sepa a dónde.

Sólo tiene sentido mantener que la operación matemática de la multiplicación, por ejemplo  $3.5 \times 15$ , tiene validez en el mundo físico y nos permite saber que cinco conjuntos de tres elementos mate- / riales equivalen a un conjunto de quince elementos materiales si damos por supuesto que durante la operación matemática ninguno de los elemen- / tos de los conjuntos reales se va a volatilizar y no van a aparecer



elementos nuevos, sin saberse de dónde .

Si se produjese una variación con las diversas formas de estar presente lo irracional en el fenómeno (esto es, hubiese efectos -- presenciales distintos como consecuencia de una materia presencialmente variable, ejercidos sólo por su presencia) no podríamos fiarnos de nuestras operaciones matemáticas cuando las aplicamos sobre los fenómenos de la misma clase, en los que variase la presencia de la cantidad de materia. Se necesita una invariancia cuantitativa de la materia respecto a los efectos de su propia presencia en una ciencia matematizada de la materia.

Si medimos la presión y el volumen de una cantidad de gas / contenido en un recipiente y queremos comprobar la validez de las leyes del comportamiento de los gases ( por ejemplo, la simple ley de / Boyle-Mariotte) tenemos que suponer que las operaciones y relaciones / formales contenidas en la expresión matemática correspondiente (en / nuestro caso,  $P.V. = P'.V' = K$ ) correlacionan con unas relaciones materiales determinadas y que cualquier otro factor no tenido en cuenta será irrelevante, bien porque no actúe, bien porque sus efectos permanecen siempre constantes (tal como ocurre con la temperatura, que ha de suponerse constante todo el proceso de medición para que dicha ley sea aplicable a la realidad).

Obsérvese que cuando Charles y Gay Lussac estudian las dilataciones de los gases, es decir, las variaciones que experimentan el volumen y la presión cuando varía la temperatura, lo hacen manteniendo alternativamente constante a cada uno de ellos. (A presión constante / los volúmenes ocupados por una masa gaseosa son proporcionales a la / temperatura absoluta; esto es,  $V/T = V_0/T_0$  ; cuando el volumen permane

ce constante, las presiones son proporcionales a la temperatura absoluta:  $p/T = p_0/T_0$  ) y cuando se estudie la ecuación general de los gases perfectos y se haga variar simultáneamente dos variables (presión y volumen) cuando también varía la temperatura, llegándose a la fórmula :  $pV/T = p_0 V_0/T_0 = n R.T$ , (el producto de la presión por el volumen ocupado por una masa de gas cualquiera es directamente proporcional a su temperatura absoluta;  $n$ =número de moles), habrá que considerar que / cualquier otro factor no tenido en cuenta debe permanecer constante, / tal como, por ejemplo, la composición de los moles.

La invariancia de los factores no tenidos en cuenta es una ley de la mente, exigida en la aplicación de la matematización. Téngase en cuenta que, en nuestro ejemplo, se ha dado implícitamente por supuesto que la masa del gas permanecía constante. Pues bien, cuando no se trate de mantener constante ningún factor relevante interviniente / en el fenómeno, habrá que postular que la "materia" en cuanto tal, en cuanto portadora de los fenómenos, debe ser constante en sus efectos / o causalmente inactiva.

Naturalmente que este concepto de materia no puede ser un / concepto físico; de lo contrario sería cuantitativamente determinable y habría producido efectos diferentes comprobables, según la cantidad de materia interviniente en el fenómeno. Esta materia es algo muy distinto, por ejemplo, del concepto físico correspondiente al nombre de "masa" (al que a veces se definió de manera harto ingenua como "cantidad de materia"), del que se reconoce que es un factor con efectividad causal, diferente en sus distintas presentaciones cuantitativas en los fenómenos, tal como queda reflejada en la segunda ley capital de la dinámica newtoniana:  $f = m.a$ .

Lo que con el concepto de masa sucedió a partir de Newton ha quedado magistralmente registrado por Bachelard en una frase lapidaria: "Antes de Newton se estudiaba la masa en su ser, como cantidad de materia. Después de Newton se la estudia en un devenir de los fenómenos, como coeficiente de devenir"(50). Y añadirá: "Una vez establecida la relación fundamental de la dinámica, la mecánica llega a ser verdaderamente racional de parte a parte. Una matemática especial se añade a la experiencia y la racionaliza. La mecánica racional se coloca entonces en un valor apodíctico, permite deducciones formales, se abre / sobre un campo de abstracción indefinido. Se expresa en las ecuaciones simbólicas más diversas. Con Lagrange, con Pisson, con Hamilton, se introducen "formas mecánicas" cada vez más generales donde la masa no es más que un instante de la construcción racional".(51)

El profesor Saumells, en un contexto muy distinto, en el que explica cómo la Mecánica Clásica ha nacido de "una previa interiorización del tiempo y una exteriorización del espacio", abonaría lo que decimos cuando afirma: "Lo que la Mecánica llama "masa" puede presentarse como "cantidad de materia" en el ámbito de la apariencia actual, pero, en tal caso, esta cantidad de materia es una garantía teóricamente extrínseca del fenomenismo de la Física. La cantidad de materia es algo así como el fondo de provisión de una economía que en realidad / funciona sobre la base del crédito"(52).

Las diferencias cuantitativas afectarán, pues, al comportamiento de los distintos elementos materiales, pero la "materia" sobre la que se producen estos fenómenos, ni es afectada por estas diferencias cuantitativas ni afecta a los mismos.

El concepto de materia como algo homogéneo que permite el /

análisis matemático, pero que en sí mismo no es matematizable es un concepto-límite de índole metodológica, al que se va desplazando cada vez más lejos, conforme se va logrando un análisis más exhaustivo de los fenómenos materiales. La exigencia de homogeneidad, indiferenciación, etc.... es un punto de partida metodológico para el estudio matematizado de la realidad, más que cualquier otra cosa.

Un elemento se considera homogéneo en cuanto es el punto de partida para lograr un análisis de los fenómenos estudiados. Sin embargo, esta homogeneidad colocada en ciertos elementos es sólo provisoria. Una vez analizado el fenómeno, el punto de partida vuelve a ser puesto en cuestión y la homogeneidad, presupuesta para el análisis anterior, es desplazada a otro elemento más alejado de la experiencia, para poder someter a análisis el elemento que sirvió de punto de partida.

Un ejemplo de tal circunstancia lo podemos encontrar en la evolución del concepto de masa desde la Mecánica Newtoniana, hasta la Mecánica Relativista. En la Mecánica Clásica los conceptos de espacio absoluto, tiempo absoluto y masa absoluta son conceptos que corresponden, según Bachelard, a "átomos nocionales". Gracias a la posición de la masa que es en principio inanalizable, esta debe ser considerada como internamente homogénea, y sólo en cuanto a aquello en lo que es medida (absolutamente medida) tiene un efecto causal. Sin embargo, con la Teoría de la Relatividad la noción de masa adquiere una estructura funcional interna; ya no va a ser un "átomo nocional", ya no puede ser la base de un sistema de unidades absolutas. La masa relativista es una función complicada de la velocidad; se hace relativa al movimiento y entonces el absoluto, el elemento nocional simple y por tanto, lo inmutable, homogéneo, etc.... aquello a partir de lo cual puede llevarse

a cabo la matematización será la velocidad de la luz. Esta será ahora inanalizable, será un hecho "irracional" a partir del cual se puede empezar la racionalización matemática.

De todo lo anterior se puede concluir que el concepto de "ma-  
teria", en última instancia, es, bien entendido, un concepto metodológi-  
co y su naturaleza, si en algún momento puede plantearse esta cuestión  
no es física en modo alguno. La materia, el problema de la materia, /  
permanece siendo una cuestión metafísica y , aunque distinta de la ma-  
teria aristotélica, no por eso se identifica con un ente físico que  
pueda ser determinado.

En el análisis de la materia, esta se va retirando conforme  
progresivamente se van complicando las nociones primitivas y van ha-  
ciéndose nociones definidas en base a otras nociones más primitivas /  
y así sucesivamente, siendo siempre ella inalcanzable. "El racionalismo  
multiplicándose acaba siendo condicional. Está tocado por la relatividad:  
una organización es racional relativamente a un cuerpo de nocio-/  
nes. No hay razón absoluta. El racionalismo es funcional. Es diverso y  
vivo"(53).

Por tanto, el avance científico se va revelando como un pro-  
gresivo desvelamiento de la diversidad en la homogeneidad, llevándose  
cada vez más lejos el elemento homogéneo que permite los sucesivos aná-  
lisis. De hecho, siguiendo este proceso, habrá que concluir que la ho-  
mogeneidad definitiva será algo inalcanzable por principio o sumaría  
el reposo completo del progreso del conocimiento científico de la mate-  
ria.

La materia, pues, como tal, no es objeto de conocimiento /  
científico, ni es alcanzable. Esto nos lleva a sostener que la materia

a la que se refiere el estudio científico no es, en última instancia, sino un concepto metodológico y metafísico, muy alejado de los conceptos científicos usuales. Todo ello hace que la coloquemos en una categoría muy diferente de lo que se entiende por "masa", "mundo material", "mundo sensible", etc... Se supone la materia como homogénea en cuanto se la mantiene como un límite a todo esfuerzo de análisis; pero entenderla así no significa admitir un carácter absoluto a este límite, en cuanto objeto real. Es un límite inalcanzable por el hecho de que siempre se coloca más allá de aquello a lo que se está aplicando el análisis matemático. Será la uniformidad total de la materia (su incualificabilidad e invariabilidad) la que permita la cuantificación y el operativismo-constructivismo con garantía de éxito sobre la realidad, mediante la ley de la mente.

Para evitar que esta materia, por su carácter irracional para la matematización, pueda llegar a ser una variable no controlada, se la convertirá en una variable no interviniente. Se la considerará / como lo idéntico e inactivo en todas sus presentaciones como soporte / de los fenómenos materiales.

Este expediente metodológico es muy utilizado en la investigación científica. Reparemos en el hecho de que en realidad no se trata sino de aplicar el simple procedimiento de las "tablas de presencias" baconianas. Según ellas, si todas las circunstancias son idénticas en dos fenómenos distintos, salvo alguna o algunas de ellas, las / diferencias entre estos dos fenómenos se atribuirán en principio a las circunstancias en que difieren. Las circunstancias comunes, pues, son irrelevantes.

Del mismo modo, si se quiere hacer un tratamiento matemáti-

co de la experiencia, estableciendo exclusivamente relaciones entre números y magnitudes, habrá que postular que la serie de las circunstan-  
cias no examinadas (en nuestro caso las circunstancias cualitativas y/  
la propia acción causal que pudiera ser producida por la presencia de  
la materia) deben ser idénticas en fenómenos de distintas magnitudes.  
Sólo de esta manera se podrá atribuir las diferencias entre los casos  
distintos de un fenómeno general a las magnitudes en que difieren. De  
lo contrario, los resultados obtenidos con coeficientes que adquieren  
valores distintos según los casos particulares, no serían fiables y la  
ley general que engloba el comportamiento de todos estos casos bajo un  
mismo enunciado en formulación matemática no podría ser considerada co-  
mo válida.

Ahora bien, en todos los fenómenos materiales la constante /  
de estas circunstancias de las que se prescinde es su carácter mate- /  
rial. De este modo se asimila la materia a un polo de irracionalidad,  
no matematizable en sí misma, pero postulado imprescindible para la ma-  
tematización de los fenómenos materiales.

Sólo será matematizable lo racional, por tanto la matematiza  
ción del método exige que se pueda eliminar todo lo que puede ser cali-  
ficado de irracional en la materia. Por esto, la materia con la que de  
be tratar la ciencia matematizada debe carecer de accidentes individua-  
lizadores; en suma, hay que decir que frente al concepto filosófico de  
materia como principio ontológico, la ciencia opone un concepto de ma-  
teria como mero principio metodológico.

Precisamente porque el concepto de materia pasa de ser onto-  
lógico a ser metodológico puede plantearse la cuestión del atomismo de  
la materia ahora como una exigencia metodológica de la ciencia que se

ocupa de una materia de carácter necesario desde el punto de vista metodológico. La polémica metafísica atomismo/ no atomismo sobre si el / atomismo pertenece a la naturaleza o a nuestro conocimiento (el método de conocimiento científico indudablemente tiende a dividir el fenómeno complejo en fenómenos elementales; es el análisis científico) pierde / toda su virulencia. El atomismo metodológico de la ciencia exige un / progreso de conocimiento que va desplazando continuamente hacia el límite la materia. (54)

De acuerdo con esto, la materia es algo construido, centro / de convergencia de técnicas de objetivación que van desmenzando la / misma, considerandola provisoriamente homogénea para realizar sus análisis y, a renglón seguido, colocar la homogeneidad un poco más allá / de donde se había colocado esta, en el horizonte de inteligibilidad, y volver a analizar lo, hasta entonces, homogéneo y simple. Así, por / ejemplo, "El químico comienza su búsqueda multiplicando los esfuerzos de descomposición. La simplicidad aparecerá como un límite a todo esfuerzo de descomposición... pero lo simple será un resultado ... plantear lo simple como un límite a la descomposición no prejuzga el carácter absoluto de este límite" (55).

Pero aún podríamos añadir algo más con Bachelard: "cada época reconsidera la doctrina de las sustancias homogéneas. Se podría escribir toda la historia de la Química relatando las exigencias de homogeneización en los diferentes estadios del progreso de la experiencia. ... Parece que una especie de lógica materialista, fundada en la experiencia química, maneja las materias homogéneas como la lógica formal maneja los términos bien definidos ... En el pensamiento científico moderno lo mismo es inmóvil" (56).



Así, el significado de "materia" cambia completamente de una ciencia prematematizada a una ciencia matematizada. La materia en la ciencia matematizada consiste en el principio de la mente por el que se postula que el portador de los fenómenos sensibles permanece constante y es irrelevante para las circunstancias del fenómeno que pueden ser sometidas a racionalización científica.

Se podría decir que el concepto de materia en la ciencia matematizada juega un papel muy similar al asignado por Locke al concepto de sustancia. En efecto, la sustancia para Locke es algo así como / un sustrato oculto e incognoscible que debe ser necesariamente presupuesto por la mente para explicar los accidentes. Esto es, algo que la mente necesita suponer para remitir dichos accidentes a la unidad de / un objeto. Sería algo así como el perchero que suponemos necesariamente debajo del abrigo que vemos colgar de la pared.

Pues bien, la materia de la ciencia matematizada es este supuesto cuya presencia debe subyacer en los fenómenos y que remite la / cuantificación de los distintos aspectos y elementos a un mismo fenómeno. Los distintos elementos intervinientes en el modo de producirse un fenómeno material se unifican y refieren a un mismo objeto porque se / sostienen como magnitudes de una materia presupuesta por debajo del fenómeno y de la que no se puede afirmar racionalmente (matemáticamente) nada. Podemos decir de la materia lo que dijo Locke acerca de la sustancia: de ella no tenemos una idea de lo que es, sino una idea confusa de lo que hace. Sobre ella estamos en perfecta oscuridad (perfectly ignorant of it) (57).

Que esto es un postulado metodológico, más que ontológico se puede ver en el desarrollo histórico de la ciencia. A título de ejem-

plo, escojamos la evolución del concepto de número atómico en Química. Como afirma Bachelard, en la sustitución del peso atómico por el número atómico se produjo una revolución epistemológica que se cumplió / cuando se pasó de la consideración de este número como puro ordinal a una consideración del mismo como número cardinal. Filosóficamente el / progreso conseguido al nivel de la noción de número atómico consistió precisamente en su paso de función ordinal a la función cardinal; pero a ello se llegó merced a la noción de estructura electrónica. El / proceso fue así:

Primero el peso atómico fue simplemente un peso relativo, y consistía en un número proporcional en las combinaciones de los elementos. Después pasó a tener naturaleza de peso absoluto, pasándose a un lenguaje realista en la expresión de unas relaciones de peso expresadas antes en un número lenguaje positivista. Después se sustituyó por el de número atómico y el mismo devenir epistemológico correspondió al / concepto de número atómico. Gracias a la noción de estructura electrónica se pasó de la idea de "órdenes" de los elementos en la tabla de Mendeliev a la idea de "contar algo", a la idea de contabilidad cardinal de los electrones.

En relación con esto afirma Bachelard: "Que se mida bien esta diferencia filosófica esencial: la materia no es eléctrica sustancialmente, es electrónica aritméticamente. La ciencia de la materia escapa por esta revolución epistemológica a los sueños de los filósofos irracionales. En efecto, todo lo que el irracionalista postulaba como / sustancia se designa como estructura" (58).

De modo que habría que decir que las llamadas cualidades sustanciales cualitativas no son sustituidas por otras características /

sustanciales cuantitativas. Propiamente la sustancia, la materia que se supone debajo de lo matematizable no es algo que esté por debajo / de ello; por debajo de la organización estructural que significa la / matematización no habrá, para la ciencia matematizada, nada. Si algo hubiera estaría más allá de la propia materia, no debajo de sus propiedades. Las propiedades materiales son hechos de "composición". Más / allá de estas propiedades no se puede afirmar un irracional ontológico sino un irracional metodológico; pero un irracional histórico, ya que poco a poco puede irse conquistando (como ocurre en el caso del número atómico, propuesto por la química en un momento dado en función de la estructura electrónica). Este irracional metodológico es homogenizado necesariamente, para poder estudiar aquello que pueda ser estructurado. Y precisamente cuando se consiga extraer algún elemento que pueda ser matematizado, se desplazará más lejos el "residuo irracional" a partir del cual se pueda considerar las propiedades que se están estudiando.

Por esto no es de extrañar que en la ciencia Física Matemática, al igual que en la Filosofía, con el correr del tiempo se haya "de sustancializado el fenómeno, limitándose a considerar los puros aspectos fenoménicos. La crítica de Berkeley y Hume y el destino que ha ido aguardando a la noción de sustancia a lo largo de la historia del pensamiento representa un fenómeno paralelo en Filosofía. Recuérdese como en Física, antes de la Teoría de la Relatividad, se llegaron a entender los corpúsculos subatómicos como "un vacío en el éter", siendo este lo único real, dotado de inercia (no se olvide que la masa, la inercia como manifestación de la masa, es el atributo esencial de la materia para la Física.)

Las ciencias empíricas de la materia se llaman así porque /

versan sobre lo material. Pero la materia sobre la que realiza su estudio tanto la Física como la Biología, como la Economía, y, con la adopción de los métodos matemáticos, la Sociología, la Psicología, etc... no podría entenderse de modo unívoco si el concepto de materia hiciese referencia a los objetos concretos sobre los que cada una de ellas realiza sus estudios. Son muy distintos los fenómenos estudiados en las distintas ciencias empíricas matematizadas.

La materia entendida como "masa" en la Mecánica newtoniana no puede ser la materia misma sobre la que se ejerce un método matematizado por parte del sociólogo cuando estudia los fenómenos de la movilidad social. Los fenómenos sociales sólo son materiales al modo como lo son los fenómenos mecánicos, porque la materialidad consiste en lo característico que permite la aplicación de los métodos matemáticos en todas las ciencias matematizadas.

De tal modo, el concepto de materia es un concepto previo a la ciencia; según el objeto de cada una de ellas. La materia tendrá un atributo esencial distinto. Así, en la Mecánica el atributo esencial de la materia es la masa, la inercia; el atributo esencial de la materia que es estudiada por la Psicología será, por el contrario, el carácter conductual de determinados objetos (los seres vivos). Los objetos materiales, la materia de estos objetos, mejor dicho, determina diversos tipos de objetivación; pero en cuanto se pueden objetivar de modo matematizado todos ellos, estas objetivaciones comportan comparar la propiedad que las hace matematizables. Por ello, hay que decir que se trata más de un concepto metodológicamente necesario, que de un objeto ontológico.

Mientras la materia, entendida como masa, tiene naturaleza /

ontológica en la Mecánica, la materia, entendida en sí misma como supuesto de matematización, tiene naturaleza metodológica para todas las ciencias empíricas.

Desde el punto de vista filosófico, la materia ha tenido / siempre un carácter ontológico. En la filosofía aristotélica, por ejemplo, ha sido un coprincipio ontológico, indeterminado en sí mismo. La materia exige la presencia de la forma que es la que hace ser al objeto lo que es. La materia, como tal, es inconclusa. En el resto de las filosofías tradicionales, cuando se ha hablado de la materia se le ha asignado siempre un carácter ontológico.

Mas para la ciencia matematizada la materia pasará a ser un concepto metodológico; la materia no exige formas, sino magnitudes. Estas magnitudes forman parte de la matematización llevada a cabo sobre el fenómeno que se produce en un "portador material" del que se prescindir ontológicamente para dejarlo reducido a un mero presupuesto metodológico.

No obstante, a veces las propiedades metodológicas de la materia se convierten en propiedades ontológicas, siendo este su atributo / esencial en la ciencia correspondiente. Así, la "masa", atributo esencial de la materia en la Mecánica, se postula como constante (del mismo modo que la materia debe ser constante) y, como sus distintas presentaciones cuantitativas se producen con magnitudes distintas, su presentación total en sistemas concretos (o su presentación total en el sistema del universo) deberá ser constante. Es el principio de la conservación de la masa, que con posterioridad se transformará en el principio de la conservación de la masa-energía.

#### LA MULTIPLICIDAD EN LA HOMOCENIDAD

Veamos desde otra perspectiva cómo la materia, en cuanto postulada de la matematización exige el carácter metodológico del concepto tal como lo hemos examinado anteriormente.

Es claro que para matematizar una parcela de la realidad o / un fenómeno nuevo hay que comprobar primero si se puede determinar en él una magnitud mensurable y si se pueden establecer relaciones numéricas en este tipo de magnitudes. Matematizar, pues, significa tanto como cuantificar y estructurar. Se puede hablar de cuantificación siempre que se pueda hacer en el fenómeno las operaciones de contar o medir. Pero hay que tener en cuenta que para contar o medir es imprescindible un deslinde entre objetos y magnitudes que sean en sí unitarios (o puedan considerarse como tales desde cierto punto de vista) y diferenciados entre ellos.

Además, los objetos o magnitudes que se cuentan o se miden / deben estar individualizados inequívocamente. Es decir, para que se / pueda matematizar es imprescindible considerar la multiplicidad en el fenómeno objeto de matematización.

Ahora bien, cuando se cuenta o se mide, se establecen relaciones entre los conceptos numéricos en que se expresan y los objetos o magnitudes de la experiencia. Las reglas válidas para lo numérico / deben ser aplicables a lo contado o medido. Pero, ¿de qué modo es posible esto?.

Contar o medir sólo puede hacerse sobre una multiplicidad de objetos o magnitudes concretos homogéneos. A veces se pueden englobar objetos heterogéneos, pero que asumen el papel de conjuntos parciales dentro de un conjunto total en el que se los considera y cuya "forma

definidora" les hace homogéneos al respecto.

Esto es posible porque se da por sentado una comparabilidad una uniformidad en los objetos de la experiencia y a partir de la cual las diferencias sólo importan en cuanto "numéricas", es decir, desmaterializadas. Diversidad desmaterializada y homogeneidad materializada / en una propiedad común son requisitos de la posibilidad de la matematización.

Esta propiedad material homogeneiza a los objetos empíricos. En cuanto desmaterializada la consideración de estos objetos puede ser sometida a la ley de los números, a la matematización. Pero sólo se / puede prescindir de ella (de la materia homogeneizante) si primeramente se la ha utilizado para homogeneizar los objetos que van a ser sometidos a la matematización. Hay que hablar, pues, de una multiplicidad en la homogeneidad.

Es claro que, cuanto más diversos sean estos objetos, más in material deberá ser esta "materia", menos concreta y determinada. Cuando ya se trata de toda la naturaleza ( de todos los objetos distintos posibles de cualquier ciencia material) no será una propiedad material en el sentido común del término; ya no será una característica real, / sino un simple postulado de la mente para aplicar la matematización a los fenómenos materiales.

Podemos decir que la cuantificación exige, pues, los siguientes requisitos:

a) La posibilidad de separar objetos diferenciados, unitarios e inequívocamente determinados.

b) La homogeneidad de las diferencias entre estos objetos o magnitudes respecto a algo que constituya la base para la comparabilidad mu

mérica de estos objetos o magnitudes.

c) la invariabilidad e inactividad causal, respecto de la consideración matemática de los fenómenos de ese elemento homogeneizador, / que, en cuanto se refiere a la matematización de los fenómenos naturales de cualquier tipo sólo se sostiene como postulado necesario para / poder contar o medir, pero cuyos efectos deben ser nulos sobre el propio fenómeno.

En efecto, si se originasen ciertos efectos producidos por / este elemento homogeneizador deberían manifestarse como diferentes en / las distintas ocasiones (si apareciesen siendo siempre idénticos en todas las ocasiones no habría posibilidad de constatar su manifestación). Pero entonces la comparabilidad entre estos efectos debería establecerse en función de una homogeneidad anterior, en la que coincidirían, que permitiera contarlos y medirlos; con lo que el regreso al infinito sería evidente.

Del mismo modo, cuando se habla de estructuración se está / postulando de nuevo la multiplicidad en la homogeneidad. Estructurar es establecer relaciones y las matemáticas consisten en teorías de las estructuras formales. En las estructuras se contiene una serie de elementos métricos que pueden tratarse numéricamente; pero la estructura en su totalidad no puede expresarse sólo por medio de estos elementos; debe existir además una serie de conexiones entre ellos, unas relaciones.

De este modo, como ya hemos dicho, mediante la matematización se describen por medio de estructuras formales las relaciones materiales de la experiencia. Estructurar numéricamente no significa que el / puro cálculo vaya a bastar. Por ejemplo, cuando en una teoría matemática



zada se define una nueva magnitud se hace relacionando diversas magnitudes ya introducidas. Pero esta conexión entre diversas magnitudes implica una definición que debe entenderse relacionada con la experiencia. No basta, pues, con demostrar la factibilidad de unos cálculos, / sino que hay que determinar qué es lo que significa en la experiencia la nueva magnitud así definida. Tal ocurre, por ejemplo, cuando se define la velocidad (una nueva magnitud) como el cociente entre la derivada del espacio (magnitud ya introducida) y el incremento del tiempo (también ya introducida como magnitud).

Quiere decirse, pues, que en la experiencia las magnitudes / también deben ser comparables. En una estructuración los elementos y / relaciones quedan definidos implícitamente mediante la propia estructura; pero estos elementos que se relacionan deben considerarse homogéneos y comparables entre sí desde el punto de vista que se adopta para relacionarlos.

En definitiva, son comparables respecto de algo considerado común a los elementos. Si, por una parte, pues, los elementos deben ser individualizados, unitarios, para poder identificarlos en la estructura y, por otra parte, deben ser homogéneos respecto de algo, para poder relacionarlos, aparece de nuevo la multiplicidad (los diversos aspectos cuantificables que se ponen en relación) en la homogeneidad. / (uniformidad de la materia)

Como vemos, también desde esta perspectiva de la multiplicidad en la homogeneidad llegamos a este postulado capital asumido en la matematización de las ciencias materiales: la absoluta uniformidad y homogeneidad de lo material, respecto a algo (la materia) que permite la matematización.

# DEL DIRECTIVISMO DE LA MATEMÁTICA AL AXIOMATISMO DEL MÉ-

## TODO

Si asumen conscientemente estos postulados, se acepta en / cierto modo la directividad de la razón matemática respecto de la experiencia. Aquella impone sus leyes y postulados a esta, aunque como ya hemos visto, la experiencia siempre rebasa los límites que la matemática pretende imponerle. De cualquier modo, desde una perspectiva científica, podríamos decir con el propio Galileo que, si en último término los objetos de la experiencia no se rigen por leyes matemáticas, peor para ellos. (59)

Por todo lo anterior, nos parece que es inevitable, metodológicamente hablando, que desde esta perspectiva se llegue antes o después (esto es lo de menos) a un último paso, ideal, agudización máxima de la matematización: el axiomatismo del método, aplicado a las ciencias empíricas. Con la adopción del método axiomático (aunque sea a posteriori de los descubrimientos empíricos) la experiencia "copia" lo racional y la matemática va por delante de aquella proponiendo teorías para las que hay que encontrar modelos. La axiomatización del método / científico en aquellas parcelas en las que se puede ir aplicando significa la culminación del ideal matemático del conocimiento de la realidad.

Antes se trataba de buscar la estructura matemática que subsumiese en una ley representativa el comportamiento de los fenómenos materiales examinados. Con la axiomatización el procedimiento es exactamente el inverso: se trata de inventar estructuras matemáticas y / buscar después en la experiencia los fenómenos que las materialicen. Primero se crea una teoría y después se descubre o construye el modelo.

El dirigismo de la matemática sobre la experiencia se hace, pues, evidente.

Hasta el siglo XIX la cuestión de la aplicabilidad de la matemática a la ciencia era eminentemente una cuestión de tipo metodológico. La matemática garantizaba que la investigación, que pretendía el conocimiento del comportamiento de ciertos fenómenos, iba dirigida correctamente. El científico daba por supuesta una adecuación entre matemáticas y realidad sin preguntarse sobre el fundamento de esta correspondencia ni justificar los supuestos asumidos en esta postura, ni reflexionar sobre ellos.

Precisamente la matemática mantenía la garantía de la objetividad en el estudio científico. Cuando faltaba la observación, por tratarse con elementos inobservables, era la matemática el medio riguroso y seguro de seguir manteniendo un proceso de conocimiento válido. Esta validez quedaba confirmada con los resultados finales del fenómeno estudiado; resultados que se correspondían con los de las operaciones matemáticas realizadas en su estudio.

Los resultados finales validaban el procedimiento matemático independientemente de la consideración de lo que "realmente" ocurriera en los procesos inobservables anteriores al resultado final que apareciera.

Pero el lugar de la matemática en las ciencias empíricas no es algo que pueda ser definido de una vez. Las interrelaciones de las matemáticas con las ciencias son tan ricas y tan variadas como la textura de la ciencia misma.

El gran papel que juega la intuición en matemática consiste en la importante función de eliminar mucho pensamiento innecesario. /

Como decía Ernst Mach, la potencia de las matemáticas está en su evaluación de todo pensamiento innecesario y en un ahorro maravilloso de operaciones mentales.

El proceder del matemático consiste en escoger unos materiales racionales y disponerlos de tal modo que mediante una crítica racional le lleve a la solución entrevista de manera intuitiva; el científico posteriormente, al diseñar una teoría y echar mano de la matemática en el proceso de construcción de esta, se servirá de lo que la intuición matemática le ha suministrado. La crítica racional y la comprobación experimental validarán el aparato matemático que tome a su disposición para tal teoría.

Nos parece, pues, que no es la matemática axiomáticamente entendida la que sirve principalmente al científico. El sistema formal axiomático no indica ningún camino preferible en particular para orientar por él la deducción de teoremas determinados, o lo que es igual, no está dispuesto para ahorrar operaciones mentales. Constantemente se ha comprobado cómo mediante el axiomaticismo se está caminando por sendas que no llevan a ninguna conclusión válida interesante para la ciencia; son caminos que se exploran sin llegar a ninguna meta. La absoluta primacía del método axiomático no tiene sentido por sí misma en una ciencia que utiliza la matemática como instrumento metodológico de conocimiento.

La intuición en la ciencia, es cierto, es un arma de dos filos; a veces también ha jugado malas pasadas al científico; bástenos señalar el estancamiento en que sumió a la Astronomía desde Ptolomeo a Copérnico por el aferramiento de esta ciencia a la intuición matemática que sólo admitía las esferas y los círculos como estéticamente sa-

tisfactorios; de este modo se pobló el universo celeste de epiciclos, ecuantes y deferentes; sin embargo, está en el genio del científico el liberarse de ella cuando ata al pensamiento, o en seguirla cuando presta alas a este. De este modo, la intuición, como Jano, es bífrente.

"La fuente de la topología - y de la ciencia en general - es la intuición. Se comprende que en toda ciencia predomine esta intuición en los comienzos, mientras que, por el contrario, predomine la formalización cuando está cabalmente constituida. Ambos predominios ofrecen ventajas e inconvenientes... El verdadero talento científico, el genio mismo, reside en la captación de esta complementariedad entre lo que / constituye la esencia de una disciplina y la forma de presentación formal que confiere a los enunciados su verdad, su comunicabilidad. La / exageración del primer extremo en esta complementariedad tiende a configurar la mentalidad del "visionario", mientras que la exageración de el segundo extremo configura la mentalidad "rigorista" ".(60).

Al fin y al cabo, la investigación científica requiere un / proceso creador. No existe ninguna fórmula mecánica para la auténtica investigación científica; por ello, el axiomatismo del método, en cuanto ideal del científico debe ser una aspiración a posteriori del proceso creador de la ciencia; sólo tiene sentido para una ciencia constituida, o al menos, cuando la idea genial y la orientación del pensamiento intuitiva, ya están dadas. Una vez en posesión de los resultados y construida la teoría explicativa, puede pretenderse una organización al modo axiomático, para darle una presentación más bella a las ideas ya adquiridas, pero no puede admitirse el axiomatismo como ideal metodológico de investigación en las ciencias empíricas; el motor de la investigación científica debe estar en un acto de intuición creadora.

Veamos un ejemplo: la Mecánica Cuántica fue un descubrimiento que significó un progreso insospechado en Física. Este descubrimiento fue realizado independientemente por Heisenberg y por Schrödinger. Heisenberg se mantuvo en su trabajo siempre cercano a la evidencia experimental, apoyándose en datos de la espectroscopia. Schrödinger, por el contrario, trabajaría desde un punto de vista exclusivamente matemático.

Schrödinger se basó en las ideas de De Broglie acerca de las ondas asociadas con partículas. Se apoyaba en una semejanza formal matemática entre la teoría de los rayos de luz y la teoría de las órbitas de las partículas. Schrödinger pensó que la teoría de los rayos de luz es un caso límite de la teoría de las ondas de luz. Mediante una intuición genial se planteó la cuestión de por qué no habría de existir una teoría de ondas de partículas que tuviesen la misma relación con las órbitas de las partículas que las ondas de luz tienen con los rayos de luz. Así nació la ecuación de onda de Schrödinger.

El argumento de este científico, como vemos, tenía una base exclusivamente matemática, pero no hubiese sido producto del desarrollo de un puro axiomatismo. Todo su valor viene dado en función de la búsqueda por parte de Schrödinger de una teoría bella, armónica para descubrir los hechos atómicos y precisamente esta teoría nacería como consecuencia de un salto especulativo de la imaginación matemática, mas en ningún caso como el producto de la deducción de unos teoremas derivables de unos axiomas primitivos.

#### ALGUNAS CONSECUENCIAS DE LA AXIOMATIZACION DEL METODO

Con la axiomatización del método cambia muy seriamente la / interpretación del papel de la matemática en el conocimiento empírico e incluso en la interpretación de las ciencias como medios de conocimiento de la realidad.

Hasta entonces el método de las ciencias venía determinado por el objeto de que trataban; había que construir un objeto que, en cuanto material, tuviese las características antes apuntadas de homogeneidad e invariancia respecto a las diferentes presentaciones cuantitativas para poder ejercer sobre él la matematización. De este modo, si se admitía que el objeto de determinada ciencia empírica era de otro / carácter no podía llevarse a cabo la matematización del método en ella. El objeto sobre el que se trataba determinaba el método de estudio.

A partir de ahora, con el axiomatismo, será el método el / que determina, independientemente de los fenómenos peculiares estudiados, la estructura de la ciencia y la marcha de la investigación (por lo menos hasta cierto punto). Ahora la estructura de los fenómenos estudiados debe adaptarse en su comportamiento a los teoremas derivados de unos axiomas primitivos, en sí mismos indemostrables.

Antes se conocían los fenómenos naturales y se buscaban modelos formales matemáticos que objetivasen la estructura formal de las / relaciones entre los elementos intervinientes en estos fenómenos. Ahora, no sólo el procedimiento tradicional y "natural" de conocimiento científico se ve alterado, sino que incluso la denominación cambia y, cuando se adopta el axiomatismo, el modelo que hay que buscar está en la realidad.

Al considerar la matemática como sistema formal axiomático,

la cuestión de la matematización del método debe afrontar el problema de hasta qué punto pueda responder un sistema formal axiomático a las exigencias mismas de la realidad (o más bien, la realidad pueda acomodarse a las exigencias impuestas por un sistema formal axiomático).

Ahora se establecen teorías formales axiomáticas para las / que hay que buscar modelos materiales. Mientras antes lo dado era lo real y había que buscar un modelo matemático, ahora lo dado es lo matemático y hay que proceder a la búsqueda de un modelo real.

Quizás se pueda decir que con el axiomaticismo se produce una nueva inflexión en la matematización: antes lo importante era la matematización del método; ahora lo es la matematización de la realidad. Queda entonces radicalmente problematizada la cuestión del realismo o convencionalismo de la ciencia empírica. Esta cuestión pasa de ser metodológica a ser una cuestión de tipo ontológico.

En efecto, en una teoría axiomatizada los axiomas primitivos fundamentan los teoremas derivados. Pero las teorías científicas matematizadas se abren a la experiencia por leyes particulares, esto es, por los teoremas inferiores de las teorías axiomáticas. Son estos teoremas los que contactan con la experiencia. Ahora bien, a estos teoremas se llega deductivamente desde los primeros axiomas. Sin embargo, / es claro que una proposición verdadera puede ser derivada de infinitud de proposiciones falsas (ex falso sequitur quodlibet). De donde hay que concluir que la confirmación de estos teoremas por la experiencia no garantiza la verdad de los axiomas de los que derivan aquellos. De / aquí se infiere que en una teoría axiomatizada la correspondencia entre axiomas y realidad queda siempre sin justificar. El problema pasa de la dimensión metodológica a la ontológica. (61)



Con la interpretación de la matemática como sistema formal axiomático queda claro que la ciencia empírica matematizada crea sus / objetos adecuándolos a teorías que, en principio, son formuladas en li bertad frente a la realidad.

Podemos añadir que con el ideal del axiomatismo aplicado a las teorías científicas el platonismo se agudiza en las ciencias; aunque reconocemos que pocos científicos estarán dispuestos a aceptar esta calificación de platónicos ni a pensar siquiera en un reino de ideas formales que determinen la realidad.

De cualquier modo hay que decir que, desde un punto de vista filosófico, si estas ideas formales no determinan la realidad, si van a determinar la "realidad científica", esto es, el campo de objetos so bre el que va a tratar la ciencia empírica.

Quizás se nos pueda reprochar que miramos la matematización del método científico y el papel del ideal del axiomatismo en las teo rías científicas desde el exclusivo punto de vista de la estática de las mismas y que ignoramos su dinámica, esto es, el proceso "real" como consecuencia del cual se construyen a posteriori de las experien- / cias las teorías científicas que las explican. Se nos podría argumentar que ignoramos el proceso histórico efectivo por el que han pasado las teorías científicas.

Al fin y al cabo, ni siquiera la Mecánica newtoniana está / axiomatizada de forma satisfactoria para todos los físicos. Igualmente se puede señalar que el sexto problema de Hilbert: la axiomatiza- / ción de las teorías factuales, aún no está resuelto. De modo que, desde el punto de vista de la dinámica de las teorías, el carácter de axi omático es algo que, propiamente, nunca va a tener una teoría científ

ca sobre la realidad empírica.

A esto habría que responder que tal dinámica de las teorías no atañe al argumento que establecemos en torno al ideal de la axiomatización de las teorías científicas. Tengase en cuenta que ya el propio Newton (y antes que él Arquímedes ya lo intentó) pretendía presentar sus "*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*" al modo axiomático.

Lo que ocurre, es cierto, es que este axiomatismo se intenta construir en determinado momento inicial de la matematización de las ciencias (periodo que ha llegado hasta nuestro siglo). Después de examinada y estudiada la realidad y después de establecer leyes y teoremas inferiores que no están pensados como derivados de axiomas iniciales. Sólo después se buscan axiomas de los que deriven teoremas que se identifiquen con leyes ya descubiertas, haciendo corresponder a las leyes conocidas del comportamiento real de los fenómenos las estructuras axiomáticas propuestas.

Pero, en cuanto ideal, la axiomatización ha significado lo mismo tanto en un tipo de axiomatismo intuitivo clásico (tal como el euclidiano) como en el axiomatismo completamente formalizado actual.

Además, en nuestro siglo, con el abandono de la imaginación y con la construcción de modelos no mecánicos en la Física se ha podido ver cómo en la ciencia actual se recurre a la estructura matemática antes de haber sido capaz de visualizar o imaginar el comportamiento real de aquellos fenómenos cuyo comportamiento matemático está determinado. No se trata sólo de la tan manida afirmación de que el científico pueda medir sin conocer aquello que mide, tal como señaló Ulmono, se trata de algo bastante más profundo. La ciencia matematizada /

ha seguido el mismo destino que la propia matemática y esta ha ido progresivamente abandonando el procedimiento de recurrir a estructuras materiales imaginables para quedarse en la pura formulación. Así se ha llegado a formular funciones para las que ninguna fantasía es capaz de encontrar una imagen, tal como, por ejemplo, la función de Weierstrass que, siendo continua, no tiene derivada en ningún punto. La ciencia / matematizada empírica ha seguido un camino paralelo.

El fenómeno que estamos apuntando ha permitido el desarrollo de un procedimiento metodológico de definición que permite prescindir de la realidad del fenómeno tratado, procediendo a una determinación "cuasi-sintáctica" muy similar a las definiciones implícitas de los / sistemas formales axiomáticos, en las que los elementos quedan definidos indirectamente por la formulación de los propios axiomas.

Nos estamos refiriendo a las definiciones operativas, mediante las cuales se identifica la realidad del fenómeno estudiado con su medida. Puesto que la medida, como se ha hecho notar muy acertadamente por muchos filósofos de la ciencia, pertenece al propio campo de la / teoría, la semejanza con el procedimiento utilizado en el axiomatismo para definir implícitamente sus elementos queda patente.

La definición operativa, con la descripción del procedimiento por el que repetir, medir, alcanzar e identificar el concepto definido identifica con la propia medida la magnitud que hay que medir, / sin referirse a la naturaleza de dicha magnitud. Así, por ejemplo, el electrón no es identificable en la moderna Física Cuántica en tanto / que un objeto. No se puede decir que su realidad corresponda a lo que se entiende por objeto real en el significado común de esta expresión. Se ha llegado a decir que su realidad corresponde exclusivamente a un

ser matemático que comporta un factor constante de indeterminación.

Precisamente el paso del axiomatismo intuitivo al axiomatismo puro de tipo hilbertiano, al puro formalismo, consiste en prescindir de la referencia al objeto para quedarse exclusivamente con las relaciones determinantes que existen entre los elementos. (62)

Desde el momento en que la ciencia necesita prescindir de la intuición de los elementos estudiados y se ve obligada a abandonar (o prefiere abandonar) la consideración de qué sea en realidad la naturaleza del elemento estudiado, necesita recurrir a estas definiciones / operativas. La materialización empírica de estas hace la función de / los elementos imágenes en la correspondencia establecida entre el conjunto original de los axiomas de los sistemas formales axiomáticos y el conjunto final de las estructuras materiales estudiadas en los fenómenos.

Esta situación contribuye a aclarar de modo interesante la cuestión del constructivismo de los objetos científicos. Con el empleo de la matemática en las teorías se piensan los objetos científicos / constructivamente; de tal modo que quedan determinados exclusivamente dentro de las teorías por las fórmulas en las que aparecen las variables correspondientes a dichos elementos.

#### ALGUNOS RESULTADOS DE LA MATEMATIZACIÓN DEL MÉTODO

La matematización de las ciencias con todos los presupuestos que tal fenómeno conlleva, ha producido resultados metodológicos nuevos entre los que cabe destacar algunos a nuestro entender, muy interesantes.

La matematización garantiza la precisión de los conceptos /

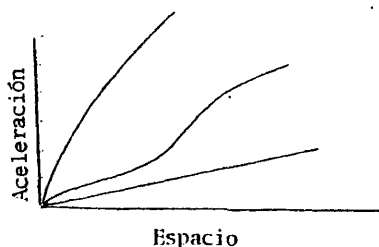
utilizados en las teorías científicas y da exactitud a las premisas en las que entran a formar parte de estos conceptos.

Cuando se hacen afirmaciones en una teoría no matematizada sobre la realidad puede decirse que desde el punto de vista científico estas afirmaciones son esquemas indeterminados, expresiones ambiguas, meras aproximaciones vacías que necesitan llenarse con valores precisos para adquirir la condición de enunciados científicos y mostrar su valor de verdad o falsedad de un modo claramente determinado.

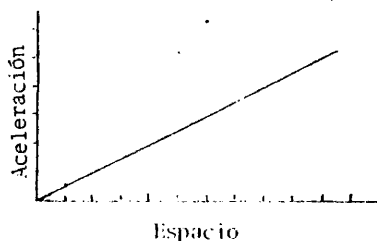
Así, por ejemplo, si se afirma que el espacio recorrido por un móvil durante un intervalo definido de tiempo está en relación con la aceleración que se le imprime a este móvil, estamos afirmando algo que, desde el punto de vista de una teoría científica (esto es, desde la perspectiva de las características deseables de una teoría científica) es, por lo menos, impreciso.

En efecto, si decidieramos representar en un sistema de coordenadas cartesianas esta afirmación, colocando en el eje de las ordenadas los valores de la variable dependiente espacio y en el de abscisas los de la variable independiente aceleración, manteniendo constante el intervalo de tiempo, nuestra afirmación puede ser representada mediante infinitas líneas, tal como se puede ver en la primera de las figuras adjuntas.

Sin embargo, si precisamos esta afirmación, aseverando que / la relación en que se encuentran ambas variables se rige por la ley matemática formulada en la expresión:  $e = 1/2 a.t^2$ , sólo una línea, -/ sólo una recta de una inclinación muy bien determinada podrá representar esta afirmación, tal como se puede observar en la figura número 2 adjunta.

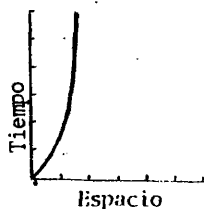


Todas estas líneas representan una posible ejemplificación del esquema "el espacio recorrido por un móvil en un determinado intervalo de tiempo está en relación con la aceleración". (Figura 1)



Sólo esta recta representa el enunciado:  $s = 1/2 a t^2$ . Manteniendo como constante el valor  $t = 2$  segundos. (Figura 2)

Del mismo modo, si la relación la establecemos entre el espacio y el tiempo, manteniendo constante la aceleración, otra curva muy determinada (en este caso una parábola) será la única representación válida de esta expresión matemática, tal como se puede observar en la figura 3 adjunta.



(Figura 3)

$$a = 10$$

$$s = 1/2 a t^2$$

De este modo, podríamos decir que la precisión es una característica de las teorías científicas matematizadas, cuyo origen es puramente metodológico.

Conviene señalar que la precisión no está en el objeto estudiado, sino en el método a través del cual se constituye el objeto real en un objeto científico. No hay objeto real preciso; el objeto real

aparece siempre con lo que Margenau llama "la bruma de lo inmediatamente dado"(63).

La matemática da precisión a unas nociones y relaciones que, examinadas desde el objeto real, sólo se cumplen de un modo más o menos aproximado. La matematización de las teorías científicas logra / precisar semánticamente (en el sentido en que la precisión semántica determina un valor en un campo de conceptos; aquí un valor en un campo de números) la relación que, formulada desde otra perspectiva metodológica, sería eminentemente vaga.

En relación con esto decía Laurent Schwarz que las matemáticas son exactas en el sentido de que la deducción es exacta, lo cual / no significa que reproduzca exactamente el mundo. Lo único que hacemos es decir que un punto implica a otro punto; no sabemos si el primer / punto es o no falso; esto no tiene importancia. Si A implica a B y A es un axioma, B es verdadero; que lo sea la teoría ya es otra cuestión

Podemos decir, pues, que la precisión no se encuentra jamás en el objeto, sino en las relaciones postuladas (ni siquiera en las relaciones encontradas: todas las medidas tienen un margen de error que las hacen siempre erróneas desde el punto de vista de una precisión / ideal).

Esta precisión es a la vez una conquista y una exigencia de los teoremas de las teorías científicas. Ahora bien, teniendo en cuenta que los objetos naturales (objetos de una fenomenología de conocimiento inmediato) no proporcionan esta precisión, la matemática exige que la ciencia deba construir su objeto para que este sea lo más preciso posible y se adapte del mejor modo a las leyes establecidas en la teoría. En este sentido, la matematización del método exige una técni-

ca constructora del objeto científico; es desde esta perspectiva desde la que se puede afirmar que el objeto científico no es objeto de -/ una fenomenología, sino de una fenomenotecnia, como afirmaba Bachelard.

De esta forma, la ciencia necesita producir instrumentos que sean intermediarios entre el fenómeno y la fórmula matemática, para lograr esta validez que no se produciría por falta de precisión en el objeto "en estado natural". Se estudia, pues, un fenómeno instrumentado.(64).

Por el uso de esta misma instrumentación, sin embargo, la / realidad estudiada por el científico irá cambiando conforme se va produciendo un progreso técnico, con lo que el objeto científico matematizado irá perdiendo el carácter de permanencia que a los objetos naturales les atribuye el sentido común.

De este modo, si estudiamos el desarrollo de las ideas científicas sobre la electricidad, por ejemplo, veremos que el objeto científico que correspondería a la realidad "electricidad" en el siglo / XVIII es muy distinto al del siglo XIX. Dicho objeto científico ha ido cambiando conforme la técnica ha ido permitiendo precisar el objeto / científico sobre el que se predica las leyes matemáticas correspondientes; así, se pudo pasar del estudio matemático de un fluido vital (las primeras interpretaciones del fluido eléctrico) al estudio de un fluido de electrones.(65)

Esto ocurre porque un mismo objeto puede determinar varios tipos de objetivación; la instancia metodológica contenida en la matematización del método puede plantear varias perspectivas de precisión, que irán cambiando, mediante la técnica, el objeto científico.



Se instala así en el propio corazón de la ciencia una especie de dialéctica entre la técnica y la matemática; esta dialéctica / va constituyendo el objeto científico, estableciéndose una corriente retroalimentadora, un fenómeno de "feed-back" en la corrección mutua de las nociones científicas, que va precisando continua e ininterru<sup>pt</sup>idamente el objeto científico.

Desde esta perspectiva se podría decir a priori, sin necesidad de una contrastación empírica, que es imposible la existencia / de una teoría empírica perfecta y que la teoría completa y precisamen<sup>te</sup> perfecta no existe y no existirá jamás.

Todo objeto científico lleva la marca de un progreso de conocimiento. El conocimiento científico, gracias a la matematización y a la técnica material que la propia matematización exige, significa una progresiva gnoseologización de la realidad. Pero esta progresiva gnoseologización va apartando los fenómenos de lo que, desde una perspecti<sup>va</sup> puramente fenomenológica, podríamos llamar su "comportamiento natural".

Como dice el profesor Saumells, el "approach" del científico/moderno al fenómeno no está en continuidad con la dimensión familiar / de este. La investigación científica, para llevarse a cabo, necesita / distanciarse, ejercerse sobre lo no obvio; cuanto más familiar y más obvia resulta la presencia de un fenómeno, tanto más difícil resulta / su investigación científica. Piénsese en el caso del trueno, o del fuego, objetos relativamente tardíos de investigación científica. La intuición de lo real e intuible como tal escapa a la ciencia moderna. A este respecto resulta muy reveladora la obra de sir Arthur Eddington, "New pathways of Science" (66).

En relación con ello, el profesor Samuels afirmará: "el agua torturada mediante la electrolisis se descompone en hidrógeno y oxígeno; los fenómenos de reflexión de la luz se estudian utilizando espejos puestos de canto, que es precisamente la única posición en que no son usados normalmente para verse en ellos; y los científicos han estudiado la difusión de la luz encerrándose en un cuarto a oscuras".

La matematización exige el apartamiento epistemológico de la dimensión familiar del fenómeno. Existe una profunda discontinuidad / epistemológica entre el sentido común y el conocimiento científico. / Discontinuidad que nace de la peculiaridad del objeto científico matematizado.

El objeto científico matematizado es construido mediante la reflexión, con lo que se opone al puro objeto conocido por el sentido común mediante la percepción. Los fenómenos matematizados se convierten, mediante su fenomenotecnia, en los "teoremas reificados" de las / teorías científicas.

Esta reificación, producto de la técnica, va sin embargo desmaterializándose cada vez más en la evolución de una teoría científica conforme se va consiguiendo mayor precisión en el conocimiento de los objetos científicos, mediante la dialéctica matematización/tecnificación, y se va ampliando el alcance de la teoría correspondiente.

De este modo, el progreso del conocimiento científico exige frecuentemente una auténtica desrealización progresiva de los fenómenos estudiados. Así, en relación con la electricidad, para progresar en el conocimiento del fenómeno eléctrico y determinar científicamente su comportamiento, hizo falta separar el fenómeno eléctrico de aquellas / especificaciones materiales que parecían ser condiciones inexcusables

y esenciales para que este fenómeno se produjese. Igualmente, la teoría cinética del calor se producirá a condición de que se disuelva lo más/ característico de este fenómeno en su dimensión familiar, para desrealizarlo en movimiento de moléculas.

Con esta ruptura epistemológica entre sentido común y conocimiento científico se impone la aparición de los conceptos operatorios. Estos conceptos, como se sabe, en lugar de ser resúmenes de observaciones son operadores de información.

La ruptura epistemológica entre pensamiento científico y sentido común viene determinado también porque la matematización de las teorías científicas produce objetos científicos de carácter indirecto. Las notas que constituyan la intensión de los conceptos a los que responden los objetos científicos se irán acumulando conforme se multipliquen las relaciones teóricas entre los conceptos. De este modo, los objetos científicos reciben su definición precisa, sólo mediante las correlaciones algebraicas que guardan dentro de una teoría.

Hay que resaltar, por tanto, que la matemática confiere un carácter mediato a los objetos de pensamiento científico, frente al carácter inmediato de los objetos del sentido común. Los datos de las teorías matematizadas, ya lo hemos dicho, no son tales datos, sino resultados de un proceso anterior de transformación del objeto. Esto, como hemos señalado, produce una inversión en el modo de aproximarse el científico al objeto respecto del sentido común, que consuma la ruptura epistemológica de la que estamos hablando.

Las teorías científicas matematizadas presentan los objetos cuantificados y relacionados algebraicamente entre sí. Sólo en un segundo momento de conocimiento pasan a ser objetos de una interpreta-

ción intuitiva en unos marcos intuitivos en los que dichos objetos pudiesen encajar. La primera determinación del objeto científico en una teoría matematizada es, pues, reflexiva, racional, frente a una segunda determinación en que entraría en juego lo intuitivo-sensible. La diferencia entre sentido común y conocimiento científico se encuentra, pues, también en una forma inversa de proceder en la determinación de los objetos, ya que en aquel lo intuitivo-sensible precede siempre a lo reflexivo en los procesos cognoscitivos (67).

No se puede hablar, pues, de abstracción en el conocimiento científico matematizado al modo como se habla de abstracción en la interpretación filosófica tradicional del conocimiento.

Es indudable que la realidad desborda la matemática y las teorías científicas. Todo intento humano de dar cuenta de la realidad / implica una selección que empobrece el campo, inmensamente rico, de datos procedentes de la realidad. En contrapartida, toda representación selectiva ordena el caos de datos reales con los que hay que enfrentarse. Esta ordenación y selección de datos se hará en función de los correlatos reales que son relevantes para el método de conocimiento.

En el caso de la matemática, los modelos de la realidad contendrán sólo aquellos elementos que puedan ser estructurados y cuantificados, relacionándose entre sí algebraicamente. Esto significa una / serie de renunciaciones muy considerables que sólo se aceptan en gracia a / los óptimos resultados que mediante la matematización se obtienen en el conocimiento de la realidad.

"Las teorías matemáticas no tienen por objeto revelarnos la verdadera naturaleza de las cosas; esa sería una pretensión irrazonable. Su único objeto es coordinar las leyes físicas que la experiencia

nos hace conocer, pero que sin el auxilio de las matemáticas no podríamos siquiera enunciar" (68).

Sólo entendidas de este modo puede comprenderse el hecho de que dos teorías científicas contradictorias puedan ser útiles instrumentos de investigación, si no se las mezcla; ambas pueden servir a la ciencia sólo si no se busca en ellas el fondo de las cosas.

Puede ocurrir que dos teorías científicas nos aparezcan como contradictorias y, sin embargo, ambas sean útiles (recuérdese la oposición onda/corpusculo, en relación a las teorías sobre la naturaleza de la luz). Siendo lo primero las relaciones en una teoría matematizada, puede suceder que ambas expresen relaciones verdaderas y sólo exista / contradicción entre ellas en las imágenes con las que hemos vestido la realidad; esto es, en el modelo real que hemos pretendido encontrar para una y otra teoría. De esta manera se puede entender que ciertas teorías que parecían definitivamente abandonadas y condenadas por la experiencia vuelvan a reaparecer al cabo del tiempo; ello es así porque expresaban relaciones verdaderas latentes bajo un ropaje interpretativo erróneo.

Es, por esto, condición indispensable de una teoría científica matematizada la coherencia y la simplificación máxima en los elementos que forman parte de ella. Después de esto, la interpretación material de ella es hasta cierto punto accesoria con relación a aquellos / caracteres. De todos modos, las teorías científicas necesitan vestirse con el ropaje de la interpretación material, ya que, de lo contrario, abandonarían su carácter factual, carácter que las diferencia de las / teorías de la matemática pura.

Mas hay que darse cuenta de un factor de renuncia muy intere

sante en relación al "ropaje material" de las teorías. En la interpretación de una teoría científica matematizada de la realidad hay que llegar al fenómeno elemental, disociando lo que la naturaleza ofrece como algo complejo a la investigación científica. Una vez conocidos los hechos elementales, el problema del comportamiento del fenómeno complejo puede ser colocado bajo la forma de ecuaciones: es lo que se llama integración. De este modo, gracias a que se trata de fenómenos elementales casi idénticos entre sí, se introducen las ecuaciones diferenciales en el conocimiento del comportamiento de la realidad.

Ahora bien, la llegada al hecho elemental ha supuesto una serie de renunciaciones de todas las circunstancias que impedían el acceso a este. Estas circunstancias eran reales, pero impedían la aplicación de la matemática. Así, estas circunstancias reales quedarán definitivamente separadas de la teoría científica correspondiente. De este modo, la renuncia a elementos de la realidad es muy importante en una teoría matematizada, y muy superior a lo que a veces se cree ingenuamente.

Reflexionando sobre lo que la matematización representa en la ciencia como modo de aproximación al conocimiento científico de lo real, habría que señalar que tácitamente en el proceder de la matemática actual se ha supuesto un axioma ontológico muy próximo al hegeliano "todo lo real es racional y todo lo racional es real". En nuestro caso se podría decir que "todo lo racional (matemático) puede ser real" (entendido el sentido de "puede" como posibilidad de ser descubierto e inducto como posibilidad de hacerse lo racional constructivamente real). De esta manera se reintroduce en nuestro estudio el problema de los límites del conocimiento científico mediante la matematización del método.

Estos límites a que nos referimos son puramente externos, es decir, limitaciones que provienen del objeto de estudio y no del propio método de conocimiento. (Obsérvese, sin embargo, que también existen unos límites internos del propio método matemático. Piénsese en la limitación interna de todo formalismo).

Aquello que resiste al criterio de matematización (esto es, a la cuantificación o a la estructuración racionales) será considerado "irracional" desde la perspectiva de la razón matemática. Aquello que no puede ser reducido al comportamiento de una ley matemática es dejado fuera de la teoría matematizada correspondiente. Sin embargo, ya lo hemos dicho, no se puede dejar tan alegremente, con un expediente tan primario, lo "irracional" matemático fuera de la ciencia. El irracional puede ir entrando en la ciencia mediante nuevas teorías matemáticas que abren el horizonte de inteligibilidad y lo engloban en una ley nueva con otros elementos ya racionalizados anteriormente. La ciencia puede ir convirtiendo en racional matemático lo que en cierto momento haya aparecido como irracional para la matematización. Piénsese, por ejemplo, en algunas teorías psicológicas de la inteligencia y la aplicación del análisis factorial en este tema. Todo consiste en el descubrimiento de estructuras formales y la posibilidad de aplicación a los objetos científicos empíricos.

Se podría hablar así de la ciencia como el fenómeno inmerso de la historia humana que consiste en ir progresivamente procediendo cada vez a una mayor racionalización gnoseológica de la realidad.

Un problema que se nos puede plantear a continuación es el correspondiente a la cuestión de si estos límites son puramente históricos, fácticos, cabiendo esperar que la ciencia irá progresivamente /

liminando hasta su desaparición el espectro de lo irracional sobre lo real; o por el contrario, existen unos límites ontológicos de lo irracional que impiden una gnoseologización total de lo real. Ya hemos tratado el tema en relación con las matemáticas. Habría que añadir aquí / que la razón matemática no parece ser el único tipo de razón existente y que lo que puede resultar inaccesible para la matemática puede, / quizás, ser racionalizado de otro modo.

De cualquier manera, parece que este problema metafísico / tiene más bien cabida en otro tipo de trabajos. Nosotros nos vamos a / limitar a señalar que lo irracional para la matemática puede ir racionalizándose progresivamente y que este irracional no coincide con lo que podría llamarse "irracional absoluto" para la mente humana. De todas maneras hay que decir que la matemática no agota una racionalidad absoluta. (69).

En relación con el alcance gnoseológico de las ciencias matematizadas, podemos señalar dos posiciones adoptadas por los científicos al respecto:

a) La de quienes consideran que todo lo real es racional matemático y que no existen límites irracionales iralcanzables para la matematización; todo sería cuestión de tiempo; todas aquellas propiedades que no pueden matematizarse directamente en los fenómenos, serían matematizables de modo indirecto. La matematización, como unas gafas de color, nos haría ver todo de dicho color en el mundo, pero no dejaría cosas sin ver.

Esta postura exagerada, aceptada en algunos momentos de euforia en que las conquistas conseguidas deslumbraron al científico, parece que ya no es sostenida por nadie sensato. Ya no se sostiene que la



razón matemática sea la única forma de razón que capta la "verdadera / realidad", instrumento todopoderoso capaz de rendir todos los frutos / que el espíritu humano pueda soñar. Ya hemos visto las limitaciones de la matemática al respecto; no vamos, pues, a insistir más en ello.

b) Existe una segunda postura que se enfrenta a la anterior concepción "estrecha" de la ciencia; en esta se considera que el método científico matematizado no es el único, ni quizás el mejor, modo de / aproximarse a lo real. La matemática capta sólo ciertos aspectos de / la realidad de los fenómenos, que no tienen por qué ser los más importantes; existen además unos límites ontológicos irracionales para la razón matemática que no pueden ser traspasados históricamente; sin preocuparse en absoluto acerca del problema de si estos límites para la / matemática son límites para toda razón, la presencia de lo irracional para la ciencia matematizada se encuentra admitida en esta concepción de la ciencia.

Haciendo un símil, podríamos comparar la situación del científico que maneja teorías matematizadas para alcanzar el conocimiento de lo real a la de aquel individuo que busca una moneda que / ha perdido, bajo el cono de luz de una farola (en nuestro caso, la farola sería el instrumento matemático). Podríamos preguntarle: ¿está Ud. seguro de que debe haber caído por aquí la moneda?; a lo que él, quizás podría respondernos: no, no estoy seguro, pero es el único lugar / en el que podría encontrarla.

Del mismo modo, la matemática proporciona a la ciencia un / instrumento que ilumina una parcela, quizás mínima de la realidad, pero que permite, para los fines de la ciencia, el mejor modo de conocimiento. De manera que, reconociendo las indudables conquistas del método /

científico matematizado, pensamos que hay que dejar sentado que su alcance es limitado, aunque dentro de su limitación es el mejor instrumento de que disponemos para el conocimiento científico de la realidad

Por lo demás, tal método nos libra unos conocimientos científicos y unos conceptos cuya significación ha sufrido una elaboración muy importante para que los refiramos así, ingenuamente, y sin más, a lo que el hombre de la calle llama "realidad". La consideración exclusiva del método matemático (tendencia muy acusada en la ciencia) nos queda prácticamente sin el objeto de estudio de la propia ciencia. De aquí que afirmemos con el profesor Saumells que "no podía por sí sólo el método un principio suficiente de expresión, de puesta en forma de enunciado, de "teorematización" de las conclusiones a las cuales por / sí mismo conducía. En otros términos: la característica deficiente de todo método consiste en que tiende por sí mismo a excluir el término / del proceso que funda y posibilita; el marco en el cual cobra forma de enunciado un momento determinado del proceso del método no procede / nunca del método. El continuismo metódico de la ciencia podría compararse a un vehículo que te transporta, ciertamente, en un largo viaje, pero sin permitir el apearte en parte alguna del trayecto, a no ser / que te arrojes a tu propio riesgo" (70).

Y no podemos olvidar que al fin y al cabo la matemática en las ciencias empíricas es eso: un método; ni más ni menos.

# NOTAS

- (1).- POINCARÉ, H.- "La Science et l'hypothèse" (Primera edición: París, 1.902). Traducción Española, "La ciencia y la Hipótesis, Ed. Espasa Calpe, Madrid. Págs 14-15.
- (2) BACHELARD, G.- "La Philosophie du non. Essai d'une philosophie / du nouvel esprit scientifique". Edit. Presses Universitaires de France París, 1.940. pag. 27. Traducción española, "La filosofía del no". Amorrotu, Buenos Aires, 1.973.
- (3).- Vid. POPPER, K.R.- "The logic of Scientific Discovery". London, Hutchinson & Co. Limited, 1.959. Traducción española; "La lógica de la investigación científica, Tecnos, Madrid, 1.962.
- (4) BACHELARD, G.- "Le matérialisme rationnel", Edit. Presses Universitaires de France, París, 1.972. (la primera edición es de 1.953), pag 8.
- (5) BACHELARD, G.- "Le rationalisme appliqué", Edit. Presses Universitaires de France, París, 1.970 (4ª edic.). (La primera edición es del año 1.949). pag. 1.
- (6).- BACHELARD, G.- "Le rationalisme appliqué", op. cit. pag. 3
- (7).- " " "La Philosophie du non. Essai d'une philosophie / du nouvel esprit scientifique". op. cit. pag. 5-6.
- (8).- FARRINGTON, B.- "Science and Politics in the Ancient World"; George Allen & Unwin Ltd, 1.965. También del mismo autor las obras "Science in Antiquity", Oxford University Press, 1.969, y "Head and Hand in Ancient Greece", Isaac Pitman & Sons, Ltd. ( Hay traducción castellana de todas ellas: "Ciencia y Filosofía en la Antigüedad, Ariel, Barcelona, 1.971; "Ciencia y Política en el mundo antiguo" Ed. Ayuso, Madrid, 1.973, y "Mano y Cerebro en la Grecia Antigua", Ed. Ayuso, Madrid, 1.974.)
- (9) HAHN, H.- "Logik, Mathematik und Naturerkennen", Viena, 1.933; recogido por A.J. AYER (Compilador) en "Logical Positivism", The Free Press of Glencoe, Chicago, 1.959. (Traducción española, "El positivismo lógico", Fondo de Cultura Económica, México, 1.965).
- (10).- KÖRNER, ST.- "The philosophy of mathematics", hutchinson & co, Ltd., 1.960. ( Traducción española: " introducción a la filosofía de la matemática", Ed. Siglo XXI, México, 1.967; pag. 200).
- (11).- En realidad Kant no afirma que la intuición intelectual no exis

ta, sino sólo que no podemos demostrar que se produzca tal tipo de intuición. Pero tampoco podemos demostrar que no exista (como es obvio, la hipótesis nula es indemostrable). Por ello el "noúmeno" tiene un carácter esencialmente problemático cuya utilización es puramente negativa: trazaría un tipo de conocimiento radicalmente problemático y serviría para deslindarlo del conocimiento científico propiamente dicho.

(KANT, I.- "Kritik der reinen Vernunft". Numerosas ediciones; en castellano, la edición de Losada, S.A. Buenos Aires, 1938, (traducida por José del Perojo (varias ediciones)).

(12).- LECOURT, D.- "Bachelard ou le jour et la nuit". Grasset, París, 1.974. (traduc. española, "Bachelard o el día y la noche", Id. Anagrama, Barcelona, 1.975, pág. 80).

(13).- Vid. HANSON, N.R.- "Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science". Cambridge University Press, 1.958. (Traducción española, de este texto y de "Observation and Explanation: A Guide to Philosophy of Science". (Harper & Row Publishers, Inc. 1.971, con el título: "Patrones de descubrimiento. Observación y explicación." Alianza Editorial, Madrid, 1.977). Especialmente, cap. II.-

(14).- No entramos en la polémica suscitada en relación con el problema lenguaje/pensamiento, en lo referente a la concepción del lenguaje como traductor, o como formador, del pensamiento. Para un tratamiento del tema, vid, entre otros, Schaff, A. "Lenguaje y Conocimiento". Grijalbo, México, 1.967. Referencias a este problema pueden encontrarse también en Cassirer, E. "Filosofía de las formas simbólicas. I, el lenguaje". Fondo de Cultura Económica, México, 1.971.

(15).- BACHELARD, G.- "L'activité rationaliste de la physique contemporaine", edit. Presses Universitaires de France, París, 1.965 (primera edición, 1.951 (traducción española, "La actividad racionalista de la física contemporánea". Siglo XX, Buenos Aires, 1.975). pág. 29 de la 2ª edición francesa.

(16).- BARRAUD, H. J.- "Science et Philosophie", Edit. Nauwelaerts, S.A. Louvain, 1.968. (Traducción española, "Ciencia y Filosofía" Edit. Gre-/dos, Madrid, 1.971, pág. 25; recoge una cita de Matila Ghyka, "Philosophie et Mystique du Nombre", París, 1.952, pág. 166).

(17) Vid entre ellos: "Etudes d'histoire de la pensée scientifique", Gallimard, París, 1.973; (Traducción española, Siglo XXI, 1.977), "Etudes Galiléennes" Herman, París, 1.966 (la primera edición, París, 1.939). Traduc. española, siglo XXI, 1.980: "Etudes newtoniennes", Galli

mard, París, 1.968, etc...

(18) GRASSMANN, H.- "Teoría de la Extensión" (Nueva disciplina matemática expuesta y aclarada mediante aplicaciones). Ed. Espasa Calpe, Buenos Aires, 1.947, pág. 32.

(19).- GRASSMANN, H.- "Teoría de la Extensión", op. cit. pág. 32-33.

(20).- KLINE, M.- (compilador). "Matemáticas y Mundo moderno", Ed. Blumer (Selecciones del Scientific American). Madrid, 1.974, pág. 2.

(21).- KLINE, M.- op. cit. pág. 2

(22) " " " " pág. 3

(23) .- LAKATOS, I.- "Proofs and Refutations - The Logic of Mathematical Discovery", Cambridge, University Press, 1.976. (Traducción española, "Pruebas y refutaciones; la lógica del descubrimiento matemático", Alianza Editorial, Madrid, 1.978.

(24).- LAKATOS, I.- "Pruebas y refutaciones", op. cit. pág. 20.

(25) citado por LAKATOS, I. op. cit. pág. 26.

(26).- "Se dice que Gauss se habría quejado: "hace mucho tiempo que he obtenido los resultados, pero aún no sé cómo llegar a ellos" (Cfr. Arber, 1.954 - se refiere a ARBER, A, "The Mind an the Eye", Cambridge University Press, 1.954 - pág. 47 ) y Riemann: "si sólo tuviese los teoremas! Entonces hallaría las prueba con bastante facilidad" (Cfr. Holder, 1.924, pág. 487 - Hölder, O.- "Die mathematische Methode", Berlín, Springer, 1.924 - ) Polya subraya: "Tiene Ud. que conjeturar un / teorema matemático antes de probarlo" (1.954, vol 1 pág. vi) - "Mathematics and Pleusible Reasoning", 2 vols. Oxford University Press, Hay traducción española, "Matemática y razonamiento plausible, Tecnos, Madrid, 1.966- )" LAKATOS, op. cit. pág. 26.

(27) HANSON, N.R.- "Patrones de Descubrimiento. Observación y explicación" op. cit. pág. 185.

(28) .- Es muy iluminadora a este respecto la conferencia pronunciada por Poincaré ante la Sociedad de Psicología de París, el 23 de Mayo de 1.908, reproducida en L'enseignement Mathématique, t.x, 1.908, 357-371, y en Science et Methode, París, Flammarion, 1.908, págs 43-63. También: "l'intuition et la logique dans les mathematiques" en "la valeur de la Science", París, Flammarion, 1.913 (pág. 11-34 (traduc. española, "El valor de la ciencia", espasa calpe, Buenos Aires).

(29) Aristóteles habla de la "apagoge" en us "Primeros Analíticos" y también en "los segundos analíticos". ( en el Vol II de la edición de Oxford, ed. Ross).

(30).- PEIRCE, Ch. S. "Collected Papers" vol. V, parag. 146. Citado por Hanson, N.R. op. cit. pág. 184.

(31) Entendemos por "forma definidora" aquella propiedad que define el conjunto por descripción, frente a la definición por enumeración. Esta forma definidora establece el criterio de nomenclatura para determinar los elementos de un conjunto. Cada conjunto determina el rango de aplicación del concepto expresado por su forma definidora.

(32) SAUMELIS, R.- "Fundamentos de matemática y de física". Edit. Rialp, S.A. Madrid, 1.961. pág. 15.

(33) KLINE, M.- op. cit. Freeman J. Dyson, en el artículo titulado "matemáticas en las ciencias físicas", recoge estas frases de Maxwell. pág. 277.

(34) Los griegos, cuando descubrían los teoremas les concedían en sí poca importancia a tales enunciados; sólo se fijaban en el mecanismo de demostración del teorema que ya habían propuesto antes y no reparaban en los teoremas intermedios. Por ello se explica que a Euclides se le "pasasen" tantos teoremas importantes, a la vez que reparó en otros de mucha menos importancia para la Geometría.

(35) HILBERT, D.- Axiomatisches Denken, "Math. Ann.", 78, Neudruck, 1918 en "Hilbertiana", Darmstadt, 1.965.

(36) BARRAUD, H.J.- op. cit. pág. 214.

(37) KLINE, M.- op. cit. pág. 277.

(38) BARRAUD, H.J.- op. cit. pág. 27.

(39) BARRAUD, H.J.- op. cit. vid. págs. 46-52

(40) El tratamiento tradicional de esta cuestión en la mayoría de los manuales es excesivamente simplista. A pesar de que se han llevado a cabo excelentes investigaciones monográficas, como por ejemplo, las de Alexandre Koyré, recogidas en la bibliografía final.

(41) POINCARÉ, H.- La ciencia y la hipótesis. op. cit. pág. 33

(42) BACHELARD, G.- La philosophie du non. op. cit. pag. 34

(43) Véase, por ejemplo, el tratamiento que del número se hace en los manuales de Lógica Matemática al uso, a partir de los "Principia Mathematica" de Russell-Whitehead.

(44) Véase, por ejemplo, "Lógica, Matemática y Conocimiento de la Naturaleza" de Hans Hahn. op. cit. Así mismo puede verse "Matemática, Verdad y Realidad", de J. R. Newman y otros, Ediciones Grijalbo, Barcelona, 1.969

(45) FREY, G.- "Die Mathematisierung unserer Welt". W. Kohlhammer Verlag. Stuttgart. (Traducción española, La matematización de nuestro universo. G. Del toro, Madrid, 1.972. pág. 141.

La aplicabilidad de la matemática a la experiencia plantea problemas de falta de conexión deductiva rigurosa. Puesto que los conceptos matemáticos son puramente exactos y las características percep-

tivas de la realidad son internamente inexactas, hay que concluir que ambos son deductivamente inconexos.

El procedimiento de la aplicabilidad de la matemática a la experiencia consiste, según algunos, en sustituir las proposiciones empíricas por proposiciones matemáticas; en deducir una serie de consecuencias matemáticas de aquellas premisas primeras que son la traducción de las primitivas proposiciones empíricas y en sustituir finalmente algunas de las consecuencias matemáticas por proposiciones empíricas que las traducen a la experiencia.

Según algunos autores, por el contrario, en la Física Teórica, por ejemplo, se deducen directamente de modo matemático las conclusiones empíricas de premisas también empíricas, sin intercambio alguno entre proposiciones exactas e inexactas antes y después de la deducción matemática. De este parecer es B. Peirce, quien afirma que "la matemática es la ciencia que extrae conclusiones necesarias". Algo similar está implícito en la filosofía de la matemática de raíz kantiana y en algún autor actual como R.B. Braithwaite. (Vid. Scientific Explanation, de este autor; Cambridge University Press, 1.959) (Traducción española, La explicación científica, Tecnos, Madrid, 1.965).

De todos modos, lo que queda claro es que desde el punto de vista de la praxis, la matemática aplicada a la experiencia cosecha - unos frutos que ninguna otra alternativa metodológica parece ofrecer. "El hecho de que este procedimiento pueda ser - y haya sido de hecho - a menudo - sumamente eficaz depende de que el mundo sea como es. Y el / hecho de que se hayan encontrado reglas satisfactorias que rigen - más o menos estrictamente - el intercambio de conceptos exactos e inexac- / tos - antes y después de la deducción matemática - depende de aquellas características del universo que se conocen con el nombre de ingenio / humano" (KORNER, ST. "introducción a la filosofía de la matemática". op . cit. pág. 233).

(46) BACHELARD, G.- "Le rationalisme appliqué", op. cit. Vid. especialmente el capítulo III.

(47) BACHELARD, G.- "Le materialisme rationnel" op. cit. pág. 64-65.

(48) " " " " " " . Vid. el capítulo II.

(49) BACHELARD, G.- "Le materialisme rationnel", op. cit. pág. 65.

(50) BACHELARD, G.- "La Philosophie du Non" op. cit. pág. 28.

(51) " " " " " " op. cit. pág. 29.

(52) SAUMELLES, R.- "La ciencia y el ideal metódico". Edit. Rialp, S.A. Madrid, 1.958. pág. 165-166.

- [illegible]



lard sobre "la Piezoelectricidad. El dualismo del racionalismo eléctrico y el racionalismo mecánico" en "Le rationalisme appliqué", op. cit. capítulo X. El racionalismo y la técnica material deben unirse para lograr construir el objeto científico sobre el que experimentar los fenómenos piezoeléctricos en los que "el paralelismo entre los caracteres eléctricos y los caracteres mecánicos es total".

(65) BACHELARD, G.- "La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective" París, Vrin, 1960 (Traducción castellana, "La formación del espíritu científico, contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo, Buenos Aires, 1.972, Ed. Siglo XXI).

(66) EDDINGTON, A.- Hay traducción española, "Nuevos senderos de la -/Ciencia" (Conferencias Messenger, 1:934), Barcelona, 1.945, Montaner y Simón.

(67) Vid. a este respecto, BACHELARD, G. "Le rationalisme appliqué", op. cit. muy instructivo es el cap. III.

(68) POINCARÉ, H.- "La ciencia y la Hipótesis", op. cit. pág. 187.

(69) El problema de lo irracional desde la perspectiva de la Teoría del Conocimiento está magistralmente tratado por N. Hartmann en su célebre obra "Grundzüge einer Metaphysik der Erkenntnis" (Traducción española, "Metafísica del Conocimiento", Losada, S.A. Buenos Aires, 1.957.

(70) SAUMELLS, R.- "La ciencia y el ideal metódico", op. cit. pág. 15.

**CAPITULO III:**  
=====

**LA TEORIZACION DE LOS CONCEPTOS CIENTIFICOS**

#### UN HECHO HISTORICO A TITULO DE EJEMPLO

Desde hace miles de años el hombre ha procedido a la fundición de los metales, consiguiendo a través del tiempo un constante progreso de la metalurgia. Durante la mayor parte de este tiempo, sin embargo, no ha dispuesto de una explicación satisfactoria para el proceso de conversión del mineral en metal puro. Sin embargo, esto no detuvo, ni mucho menos, el proceso de perfeccionamiento práctico de la metalurgia ni impidió que se siguieran fundiendo metales a lo largo de los siglos.

Este fenómeno no debe extrañarnos. Al fin y a la postre, la explicación de carácter más o menos filosófico o científico es un lujo del que el hombre ha necesitado prescindir en innumerables ocasiones. El "homo faber" se las arregla perfectamente sin la figura del filósofo de la ciencia y sustituye sin ningún problema al científico por el técnico. Por lo demás, la deformación profesional del científico o el filósofo no suele trascender el ámbito restringido de un círculo, socialmente mínimo, de individuos preocupados por estas cuestiones (En el sentido más literal de pre-ocupación, o más bien de des-ocupación).

De cualquier manera, hacia el siglo XVIII la ciencia química oficial, que a duras penas se abría paso luchando con las concepciones alquimistas, parecía haber conseguido el establecimiento de una teoría sobre este fenómeno que, al parecer, era científicamente satisfactoria. Gracias a esta teoría, que daba una explicación de la conversión del mineral en metal mediante el fuego, se coordinaba y explicaba toda una gran serie de datos empíricos; aunque se reconocían ciertas anomalías que no parecían adaptarse a lo previsto en la teoría, los químicos de la época no se sentían inquietos respecto a la validez de la misma.

Nos referimos, claro está, a la teoría del flogisto.

Boyle en su obra "The Sceptic.Chimist" no se limitó a dar un nuevo nombre a la ciencia que nacía en oposición a la Alquimia, sino / que, con su definición práctica de lo que en adelante debía ser considerado un "elemento", estaba iniciando el camino por el que parecía debía marchar la nueva ciencia: cualquier supuesto elemento (es decir, / cualquier sustancia simple a la que se considere último componente del universo) debe ser analizado para ver si, en realidad, es simple.(1)

Sin embargo, Boyle estaba convencido de la validez del punto de vista alquimista, acerca de que los metales no eran elementos y que unos se podían convertir en otros.

Con la aparición de los primeros artilugios, que habrían de convertirse andando el tiempo en las futuras máquinas de vapor, se renovó el interés de los científicos por las aplicaciones prácticas del fuego; como consecuencia de ello, una pregunta se fue haciendo lugar / en la mente de los químicos: ¿Por qué arden unas sustancias, mientras que otras son incombustibles?. Como era natural, a esta pregunta sólo se le podría dar una contestación satisfactoria cuando se conociese la naturaleza de la combustión.

Las antiguas concepciones griegas afirmaban que los cuerpos que arden lo hacen porque contienen dentro de sí un elemento cuya naturaleza metafísica se identifica con la del fuego (doctrina de los cuatro elementos); este elemento se libera durante la combustión.

Los alquimistas no habían cambiado sustancialmente el esquema de esta explicación, salvo en la aportación de un nuevo nombre: los cuerpos que arden contienen "azufre" (por supuesto, no el azufre del / que habla la Química actual), que es el principio de la combustibilidad.

Ahora se quiso dar una mayor racionalización a la cuestión. / El químico Johan Joachim Becher imaginó que los cuerpos sólidos contenían tres tipos de "tierra". Aquellos cuerpos que contenían "terra pinguis" (esto es uno de los tres tipos de tierra) o "terra crasa" ardían porque contenían este principio de la combustibilidad.

#### LA TEORIA DEL FLOGISTO

Pero sería el alemán Georg Ernest Sthal quien propuso un nuevo término que habría de hacer fortuna; bautizó al principio de la inflamabilidad con el nombre de "flogisto" ( del griego = hacer arder) / y desarrolló un esquema explicativo, tanto de la combustión como del "enmohecimiento" ( hoy oxidación) de los metales. Así nació la teoría del flogisto. (2)

Según esta teoría, los objetos combustibles son ricos en flogisto. Los procesos de combustión suponen la pérdida por parte del cuerpo que arde de tal flogisto, el cual pasa al aire; de este modo, las / materias que quedan como restos después de la combustión ya no contienen esta substancia y por ello no arden. Por otra parte, el enmohecimiento de los metales se produce porque todo metal contiene flogisto, que se libera poco a poco, dando como resultado el enmohecimiento o / calcinación de los mismos. El metal "enmohecido", "calcinado" es metal deflogistizado.

De acuerdo con la teoría del flogisto, el proceso producido en la combustión, esto es, lo que ocurre en la técnica de la metalurgia, por ejemplo, queda explicado como sigue: una mena mineral es un / cuerpo pobre en flogisto; el carbón vegetal, por el contrario, es muy rico en él. Cuando se calienta el mineral con carbón vegetal, el flogis

to pasa desde el carbón al mineral, transformandose aquel en cenizas / pobres en flogisto.

El aire, por su parte, juega un papel de simple medio transportador del flogisto, pasandolo de una sustancia a otra; por sí mismo pues, aunque es útil en la combustión, sólo lo es de un modo indirecto no aporta más que la condición necesaria para que el fenómeno se produzca; si acaso es la mera ocasión que permite que se produzcan los fenómenos de combustión.

Reparese en que el flogisto no debía formar parte del aire / puro, en cuanto que, siendo este un elemento, debe ser un cuerpo simple. De este modo se hace coexistir la doctrina de los cuatro elementos con la definición de Boyle de lo que sea un elemento químico.

Lo que ocurre es que el aire ordinario contiene flogisto por que constantemente se están produciendo en la tierra fenómenos de combustión y de respiración. (Es interesante señalar que ya en la teoría / del flogisto la respiración es interpretada como un fenómeno de combustión).

Quedaban algunas pequeñas dificultades sin explicar, tales / como la presencia de la llama en la combustión y su ausencia en el enmohecimiento. Stahl explicó esta circunstancia afirmando que en la / combustión el flogisto se liberaba muy rápidamente y su paso calentaba los alrededores, volviéndose visible en forma de llama; mientras / que en el enmohecimiento la liberación del flogisto es mucho más lenta y por eso no aparece ni llama ni calentamiento.

El flogisto, sin embargo, no podía existir aislado: tenía / que darse siempre unido a otro cuerpo. Según esta teoría, un cuerpo no puede arder si no hay otro cuerpo que pueda absorber el flogisto. Por

eso, en una vasija cerrada no puede quemarse más que un poco de materia. Cuando el aire de la vasija se satura de flogisto, la combustión se detiene porque el cuerpo no puede liberar más.

Existía, no obstante una dificultad que Stahl y el resto de los partidarios del flogisto no acababan de explicar y que fue el punto débil por el que Lavoisier atacó esta teoría: los residuos que quedaban después de la combustión (de la madera, de la grasa, del papel, etc...) pesaban menos que las sustancias originales; sin embargo en el fenómeno del enmohecimiento de los metales ocurría todo lo contrario.

El primer fenómeno era natural, ya que los cuerpos parecían consumirse al arder; esto es, perdían flogisto y por tanto debían perder peso. Pero, en contra de la teoría de Stahl, los metales enmohecidos pesaban más que el metal original. Esto era un fenómeno que ya conocían los alquimistas y que había sido comprobado concienzudamente por Rey en el caso del óxido de estaño.

Para explicar esta dificultad incluso se llegó a sostener la existencia de dos tipos de flogisto, uno con peso positivo, que estaría presente en los fenómenos de combustión, y otro con peso negativo, que aparecería en los fenómenos de enmohecimiento.

Conviene señalar, sin embargo, que este problema no era muy importante para la Química de la época; todavía no se había asumido la importancia de las mediciones cuidadosas en esta ciencia. La teoría de el flogisto era una teoría puramente fenomenológica, no cuantitativa; por ello, el problema del peso apenas era relevante; mientras se explicasen los cambios de aspecto y de propiedades de las sustancias que entraban en estos fenómenos de modo "natural" y "racional", la teoría era considerada satisfactoria.

La teoría del flogisto tenía a su favor tanto la tradición / aceptada por la ciencia ortodoxa, como una serie de suposiciones de / "sentido común", de carácter metafísico que hundían sus raíces en la / propia filosofía presocrática y en la consagración aristotélica de la doctrina de los cuatro elementos.

En efecto, en la teoría del flogisto se encuentran restos de la explicación metafísica del mundo, procedentes de la doctrina de los cuatro elementos; el flogisto es el elemento productor del fuego; el / otro elemento que interviene en el proceso de la combustión, el aire, es un cuerpo simple que no interviene directamente en el proceso de la combustión; y sobre todo se encuentra la idea capital, que procede eminentemente de las ideas metafísicas de la época, de la oposición axiológica y ontológica entre Naturaleza ( donde se dan las formas puras, / naturales, simples) y Humanidad ( donde, por la manipulación del hombre se producen seres complejos, artificiales, impuros).

Aunque la idea de progreso, propiamente aparecida en el pensamiento ilustrado, se enfrentó al tópico de una primitiva edad de oro cantada por muchos autores literarios a lo largo de todos los siglos ( piensese, por ejemplo, en el discurso de D. Quijote a los cabreros: "dichosa edad...") la oposición entre Naturaleza y Humanidad estaba viva en la cultura de la época y el propio Rousseau, con su ideal del buen salvaje es un defensor indirecto de tal oposición. El mito de una primitiva edad de oro está recogido por Platón en las Leyes y perteneció / desde muy pronto a la tradición griega.

De acuerdo con estos presupuestos, el metal producido mediante la manipulación del hombre durante el proceso metalúrgico es un mineral metálico impurificado, un producto no natural ( en el sentido de



que no se da espontáneamente en la naturaleza). Lo que se da en estado natural y que, por tanto, debe ser puro es el mineral a partir del cual se obtiene el metal, la mena mineral de la que se extrae. La mena mineral, pues, será más simple, más pura, que el metal obtenido por fundición.

En otras palabras, al afirmarse que los "minerales metálicos" son químicamente más puros y más simples que los metales correspondientes, se ve uno obligado a pensar que la producción del metal es consecuencia de la unión de mineral con alguna otra sustancia que, si no se ve, habrá que inventarse. Desde los presupuestos señalados, pues, la necesidad de postular la existencia de la sustancia llamada flogisto / parece evidente.

#### DIFICULTADES DE LA TEORÍA DEL FLOGISTO

En el fondo, como es fácil ver, había en estos presupuestos algo que hoy consideramos un grave error metodológico: se hacía una ./ transposición de una serie de ideas metafísicas a la química y se llegaba a confundir la simplicidad metafísica con la simplicidad química. Pero esto, en aquella época, no era un defecto apreciable. Como ya se / ha dicho, incluso se habían llevado a efectos experiencias cuyos resultados chocaban abiertamente contra la hipótesis del flogisto.

Así, por ejemplo, J. Rey había descubierto en 1.730 que el / estaño aumentaba de peso al oxidarse; en términos de la teoría del flogisto esto significaba que una "cal", naturalmente pura, pesaba más / que el metal correspondiente obtenido mediante una manipulación que le añadía flogisto. Rey propuso la hipótesis de que este aumento de peso se producía como consecuencia de la toma de aire que se efectuaba / en el enmohecimiento. Sin embargo, esta hipótesis fue rápidamente re-

chazada por la ciencia oficial.

Reparese en el hecho de que el supuesto principal ( que los minerales metálicos que se dan en la naturaleza son más simples que / los metales; y que lo son porque se dan en la naturaleza "espontáneamente" ) se veía contradicho con la presencia en la naturaleza de algunos metales, como el oro o el mercurio, por ejemplo, que se presentan de modo "espontáneo" en forma de metal.

A partir de aquí debiera haberse concluido que, o bien en estado natural había cuerpos no puros ( puesto que debían estar mezclados de modo espontáneo con el flogisto al presentarse como metales) o/ bien había que revisar el supuesto metafísico sobre el que se basaba / la hipótesis de la simplicidad y pureza del "metal calcinado".

De todos modos estas pequeñas anomalías no eran suficientes para empañar el gran cúmulo de datos que "verificaban" la teoría del / flogisto. Como ya hemos dicho, en el fondo, al no ser una teoría mecánica, no necesitaba tener en cuenta el dato del peso de las sustancias / químicas originales y resultantes en los procesos químicos producidos/ por el calor.

Es más, el concepto de peso no desempeñaba ningún papel en / la teoría química de la época, por lo que los experimentos cuantitativos, como el de Rey ( que además se realizó siglo y medio antes de que Lavoisier pusiese en duda la teoría del flogisto) debían estar prácticamente olvidados y no desempeñaban ningún papel en el contexto de la ciencia química de la época.

Así que el hecho de que algunas cuantas sales conocidas pesasen más que los metales que se obtenían de ellas, y que resultase / difícil de admitir el mecanismo de enmohecimiento, tal como se explica

caba en la teoría del flogisto, no era suficiente para hacer dudar de la validez de la teoría, "comprobada" ya en innumerables casos.

De hecho, sólo hacía falta para explicar esta anomalía recurrir a la hipótesis, defendida por algunos químicos en vista de estos resultados, de que el flogisto tenía peso negativo. Al fin y al cabo, en la concepción de universo según la teoría de los cuatro elementos, el fuego tendía hacia arriba como su "lugar natural"; podría, pues, interpretarse esta tendencia como "peso negativo".

Esto nos puede dar una idea del arcaísmo científico en que se encontraba todavía sumida la química. Newton había construido ya un esquema científico del mundo material en el que el concepto de peso negativo no es sino un sinsentido; además, el concepto de tendencia (única forma en que se podría entender el concepto de peso negativo; en cuanto "tendencia antigravitatoria") en las sustancias materiales había sido duramente criticado por Galileo y ya se había impuesto un mecanicismo de tipo cartesiano en el estudio científico de la realidad; a pesar de ello, la Química no había conseguido incorporar aún esta nueva forma de interpretar científicamente el mundo material.

En este contexto Joseph Priestley llevó a cabo un experimento que podía haber desacreditado científicamente la teoría del flogisto y abrir el paso a una nueva teoría de la combustión. Joseph Priestley descubrió que las cenizas rojas de mercurio, cuando se calientan, desprenden un gas que permite la combustión y la vida mejor que el aire ordinario. Pero a Priestley le faltaba valentía y perspicacia para construir un nuevo marco conceptual en el que interpretar los resultados obtenidos en su experimento. Priestley lo interpretó en términos de la teoría del flogisto y llamó a este gas "aire desflogistizado"(4).

Sin embargo, comunicó su experimento a Lavoisier, quien comprendió enseguida la importancia del mismo; a partir de entonces Lavoisier trabajará en una nueva teoría de la combustión, que resolviera de modo satisfactorio los problemas que se presentaban a la teoría del flogisto; tal teoría nueva es considerada hoy como el inicio de la Química Moderna.

En el fondo, lo que Lavoisier vio claro fue que el no tomar en cuenta el peso de las sustancias químicas que entraban en los fenómenos de la combustión era un tremendo error a la hora de indagar sobre la naturaleza del mismo.

#### LA TEORIA DE LAVOISIER SOBRE LA COMBUSTION

Los experimentos fundamentales de Lavoisier fueron los siguientes: En un primer momento procedió a lo que hoy llamamos oxidación del mercurio. En una retorta que comunicaba con una cámara de aire calentó una muestra de mercurio. Observó que el volumen de aire de la cámara disminuía y que el polvo rojizo ("mineral metálico", "mineral calcinado" o "cal", según la terminología entonces al uso) que se formaba en la superficie del mercurio era más pesado que el propio mercurio; esto es, la cantidad de mineral metálico formado pesaba más que la cantidad de mercurio original.

En un segundo experimento, calentando el polvo rojizo, obtenido de experimento anterior, en un recipiente herméticamente cerrado mediante una potente lente, observó que se volvía a formar mercurio puro. (Repárese en cómo se prescinde del fuego, del que el flogisto es, pretendidamente el elemento productor). Además comprobó cómo el agua que rodeaba el recipiente donde estaba el polvo rojizo, y que comunicaba /

con este por abajo, aumentaba de nivel, lo que interpretó como formación de un gas que desalojaba este agua. Además comprobó que si este / gas se unía al residuo gaseoso del primer experimento, se formaba una mezcla aparentemente idéntica al aire común.(5)

De acuerdo con estos resultados, Lavoisier propuso una nueva teoría de la combustión, según la cual la "oxidación" de un metal consiste en la combinación de este con un elemento del aire ( al que llamó oxígeno). Este fenómeno, acelerado mediante el calor, tal como había comprobado en sus experimentos, fue interpretado de tal modo que revolucionó la Química de la época.

Mientras que en el calentamiento de una cal o mineral metálico el oxígeno se libera, dando lugar a la aparición del metal, que a / partir de ahora será considerado un elemento puro, en el enfriamiento el oxígeno del aire se une al metal, produciendo el "mineral metálico", ahora considerado un elemento compuesto.

En la nueva teoría de la combustión-oxidación, el flogisto / es desplazado por el "oxígeno", un nuevo elemento que tiene un comportamiento inverso al de aquel. Obsérvese que cuando Lavoisier inició la nueva interpretación de los resultados de sus experimentos, el oxígeno era un elemento tan teórico e inobservable para él como lo era el flogisto para los químicos de la época. De hecho, la ciencia oficial podía explicar perfectamente los experimentos de Lavoisier. El gas que desalojaba el agua en su segundo experimento podía ser considerado como la manifestación de la existencia del flogisto.

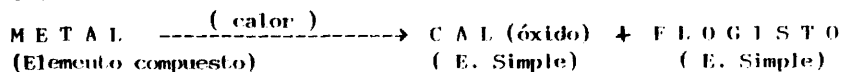
Aún extrajo Lavoisier otra consecuencia capital de su experimento que inició el proceso de matematización de la Química. Esta consecuencia se refería a la conservación de la masa en los fenómenos quí-

micos: la masa total de un sistema (siempre que este sistema esté aislado, claro, ) se conserva a lo largo de todas sus transformaciones / químicas. No podemos, sin embargo, detenernos en este segundo resultado de los experimentos de Lavoisier de transcendencia incalculable para la Química Moderna; baste señalar que, a partir de entonces, se pueden aplicar a la Química todas las reflexiones que sobre la matematización del método hemos hecho en el capítulo anterior; esta rama de la ciencia posiblemente sea la que mejor muestra todas las inflexiones que sobre el objeto científico produce la consideración matemática.

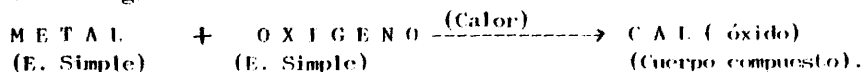
Nos encontramos, pues, ante el hecho importante para la Filosofía de la Ciencia de que unos mismos fenómenos son observados de manera diferente e interpretados de modo opuesto en virtud de los presupuestos introducidos por una teoría previa desde la que se los estudia. Una vez construida la teoría a base de datos empíricos, esta se / convierte en la base para interpretar esos datos, y por tanto, para verificar la teoría.

#### LA TEORIA DE LAVOISIER VERSUS LA TEORIA DEL FLOGISTO

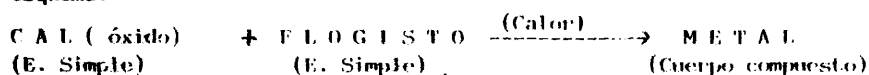
Examinemos el primer experimento de Lavoisier; según la teoría del flogisto, el fenómeno que se produce responde al esquema siguiente:



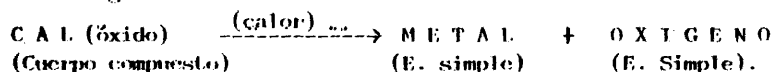
mientras que, según Lavoisier, el esquema de lo que ocurre viene dado en los siguientes términos:



Inversamente, el fenómeno que se produce en el segundo experimento es interpretado por la teoría del flogisto según el siguiente esquema:



Por el contrario, para Lavoisier el fenómeno que se produce es el siguiente:



Con los anteriores diagramas queda ilustrado de modo bastante patente la oposición entre ambas teorías. Pero debemos señalar que dicha oposición se remite a algo que está detrás de las propias teorías: a los presupuestos e implicaciones del marco conceptual en el que se insertan una y otra. Si examinamos algunos presupuestos de este marco conceptual, la oposición entre ambas teorías quedará más explícitamente racionalizada que con la mera consideración interna de cada una de ellas.

La teoría del flogisto se asienta sobre un marco conceptual que, entre otros, admite los siguientes supuestos:

a.- Lo simple aparece en la naturaleza de modo espontáneo. / Lo que se da en estado natural es puro; el hombre manipula los elementos naturales para conseguir cuerpos compuestos que son artificiales.

b.- La simplicidad química puede ser inferida de ideas metafísicas acerca de la "naturaleza". Naturaleza metafísica y naturaleza química, si es que no se identifican, al menos se corresponden de modo muy estrecho.

c.- El peso y la cantidad son datos que no tienen relevancia

para determinar la presencia o ausencia de los elementos en los procesos químicos. Los procesos químicos son eminentemente cualitativos; en ellos los cuerpos cambian de "naturaleza". Precisamente el fuego, que es un elemento capital en química, carece de peso. (Repárese en el hecho de que hasta el propio Lavoisier siguió admitiendo la existencia del / "calórico" y lo colocará en la lista de elementos simples que confeccionaría en sus "Elementos de Química". Esto puede darnos idea de la dificultad de evadirse del marco conceptual en el que uno se ha iniciado / para la interpretación de los fenómenos).

d.- Siendo la reacción química de carácter eminentemente cualitativo, la matemática no sirve como instrumento de estudio en la metodología de esta ciencia. El método matemático no es válido en Química. La cantidad en que intervienen los distintos elementos simples no influye en la naturaleza de la composición de los elementos compuestos / que se formen.

Por su parte, la teoría de la combustión propuesta por Lavoisier necesita apoyarse en un marco conceptual muy distinto al anterior. Entre los presupuestos de este nuevo marco conceptual se pueden señalar los siguientes:

a.- Lo que se da de modo espontáneo en la naturaleza no tiene por qué presentarse en estado puro. Los elementos ( en el sentido nuevo propuesto por Priestley) suelen encontrarse mezclados con impurezas en su estado natural. En los cuerpos que se presentan en estado natural se han producido con el tiempo reacciones químicas que los han convertido en cuerpos compuestos.

b.- La simplicidad química no tiene nada que ver con la simplicidad como ha de ser entendida al modo metafísico.



c.- la cantidad, entendida como el peso, es algo relevante / en el procedimiento metodológico de la ciencia Química. No puede haber elemento que no pese, ni con peso negativo. Por ello, el peso se convertirá en un criterio para determinar la existencia de los elementos irobservables. Hay que concluir que los elementos que no pesen simplemente no existen y esto es una consecuencia inevitable de la adopción del / peso como criterio metodológico relevante para la Química.

d.- El método cuantitativo es relevante para la Química. La matemática permite tratar el fenómeno químico de una forma nueva, válida en sí misma, dejando de lado la consideración de la "substancia en sí", que es de carácter cualitativo y no puede ser propiamente objeto de estudio científico.

De este modo, Lavoisier producirá un cambio enorme en la metodología de la Química. Es el padre de la Química Moderna porque, como dijo Bachelard, introduce la visión material del fenómeno químico; frente a la visión cósmica, tradicional, alquimista antigua. La noción de "elemento natural" carecerá de valor con el sentido axiológico y metafísico dominante hasta entonces para dar una explicación válida. Se pasará, pues, del estudio de un "fenómeno del fuego" como manifestación de un "principio ígneo" al estudio de la transformación de unas substancias materiales.

Mediante el flogisto se podía explicar lo que había de común en las propiedades de los metales; y, no teniendo en cuenta por su irrelevancia el problema del peso, se puede sostener, como señala Kuhn, que si una reacción química modifica la textura, el color, etc... de / los productos que intervienen en ella, ¿por qué no habría de alterar también el peso?

De cualquier modo hay que señalar que, pese a su oposición, y precisamente por ello, ambas teorías, montadas para explicar de manera diferente un mismo tipo de fenómenos, son consideradas teorías / científicas.

Al menos nadie negará que estas teorías fueron sustentadas / sucesivamente por los científicos. Si alguien, excesivamente crítico y con un punto de vista muy estricto en la aplicación del criterio de / científicidad utiliza unos principios que no pueden ser aplicables del mismo modo en las diversas etapas de la Historia de la Ciencia, negando que la hipótesis del flogisto pertenezca a lo que deba entenderse como ciencia, habría que hacerle concluir que, aplicando de este modo tan / rígido su criterio de científicidad, la ciencia comenzaría sólo en el último momento cronológico del proceso de conocimiento científico en / que nos encontramos actualmente y que con el tiempo tal conocimiento / perdería su carácter científico.

Ambas difieren metodológicamente, pues mientras que la hipótesis de Lavoisier es contrastable mediante experimentos cuantitativos no lo es la hipótesis del flogisto. Una hipótesis perteneciente a una teoría fenomenológica no puede contrastarse cuantitativamente, del mismo modo que una teoría mecánica de la combustión. Pero, desde sus respectivos puntos de vista una y otra se consideran como teorías científicas. Al menos son teorías que pertenecen a la historia de la ciencia.

#### ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS ELEMENTOS DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS

¿Qué es lo que hace que estas dos explicaciones puedan ser consideradas teorías científicas?. En otras palabras, ¿qué hace que es-

tas dos interpretaciones de un fenómeno puedan ser consideradas casos de una misma especie? ¿qué tienen en común, a pesar de las diferencias tan importantes que exhiben en las formas de interpretar los fenómenos. Hagamos un análisis de los elementos comunes que pueden descubrirse en ambas, en una primera consideración:

a.- EL OBJETO.-

Por lo pronto, una y otra teoría se refieren a un fenómeno / que tiene unas características bastante definidas. El análisis de estas características del objeto sobre el que versan las teorías científicas puede servir para determinar la naturaleza de las hipótesis aventuradas acerca de la realidad de los diversos fenómenos. Una teoría científica versará sobre fenómenos que son:

1.- Observables.- Los fenómenos objeto de teorías científicas como las señaladas son de carácter empírico; esto los diferencia de los estudiados en otras ramas del pensamiento o del sentimiento: la filosofía, el arte, la religión, etc... En efecto, en nuestro caso estudiado ambas teorías se refieren a procesos de combustión y de oxidación de / los metales, fenómenos que son claramente empíricos.

2.- Problemáticos.- Los procesos de los que se pretende dar cuenta se presentan con un carácter problemático tanto en lo relativo al mecanismo por el que se produce, cuánto en lo referente a la naturaleza del mismo. De lo obvio, como dice el Profesor Saumells, no se hace / investigación.

En definitiva, se pretende dar cuenta de la naturaleza oculta del fenómeno, para explicar el mecanismo de su comportamiento. En nuestro caso, como consecuencia de un renovado interés por las aplicaciones del fuego, se pretende llegar a conocer la naturaleza del proceso de /

combustión. Queda claro, por otra parte, que un proceso que no se presente como problemático difícilmente merecerá la atención del científico y, por tanto, no se aventurará ninguna hipótesis explicativa del mismo (entre otras cosas, porque no parecerá necesitar explicación).

3.- Repetibles y generalizables.- Los fenómenos sobre los que versan las teorías examinadas son de carácter repetible y generalizable./ El fenómeno único, irrepetible, no merece la atención del científico. En primer lugar porque no forma parte de la ciencia, en segundo lugar / porque su explicación (únicamente válida para el particular caso estudiado) no sería científicamente productiva.

De acuerdo con ello, atendiendo a nuestro caso estudiado hay que señalar que los fenómenos de combustión son producidos a voluntad y por tanto fácilmente repetibles. Además cada uno de ellos tiene una serie de características comunes que se repiten en el resto de los casos del mismo fenómeno; propiamente hablando, estas características son las que caen bajo el dominio directo de la teoría científica propuesta para explicar el fenómeno. La ciencia busca el conocimiento de fenómenos generales, relacionados entre sí; una teoría científica propuesta para explicar un hecho singular e irrepetible es un sinsentido para la ciencia.

Sin embargo, conviene analizar, aunque sea muy someramente, el concepto de "único", para entender mejor en qué sentido el objeto científico es repetible y generalizable.

Si afirmamos que un objeto debe su carácter de único a que no comparte con ningún otro sus coordenadas espacio-temporales, habrá que concluir que todos los objetos físicos son únicos en este sentido. Y / habrá que decir que precisamente es de estas coordenadas espaciotemporales

les de las que se prescinde en toda ley, en el sentido de que se ignoran deliberadamente las que corresponden en cada caso concreto a cada uno de los ejemplos que caen bajo ella. Así, todo sistema mecánico tiene / sus propias y únicas coordenadas espacio-temporales, pero esta unicidad no impide afirmar unas leyes por las que se rigen los fenómenos mecánicos producidos en tales sistemas. De manera que no negamos la unicidad del objeto científico en este sentido.

Sí negamos, sin embargo, que sea objeto científico aquel que se pueda considerar como único en el sentido de que no tiene en absoluto nada común con ningún otro objeto. Este objeto, obviamente, no lo / podemos incorporar a una ley y, por tanto, no es objeto de ciencia. En este sentido, la creación, si admitimos que se ha producido en algún / momento, no puede ser objeto de ciencia.

Pero conviene señalar que puede existir un objeto "único" en el sentido de que no se han producido otros como él y, sin embargo, / puede ser objeto de ciencia. Tal puede ocurrir con algún fenómeno que exija una serie de condiciones tales que, por su mismo carácter, no se puedan volver a repetir en la realidad y, sin embargo, pueda ser sometido a leyes. Así ocurriría, por ejemplo, con el choque de dos cuerpos celestes, ha ocurrido con el fenómeno global de la evolución de las especies, etc...

En este sentido, un fenómeno y las condiciones en que se produce son únicos; nunca hasta entonces se han dado tales condiciones y, en el futuro probablemente nunca vuelvan a repetirse de modo idéntico. Sin embargo, tales fenómenos son en teoría repetibles y tienen unos / elementos comunes con otros fenómenos que permiten establecer leyes al respecto. Un elemento químico determinado puede ser único en la reali-

dad; en este sentido es objeto de ciencia y es, en principio, repetible en el laboratorio, gracias a los principios de la propia ciencia (repetible en las condiciones que la ciencia considera relevantes al respecto). El hecho de que ciertas condiciones no se hayan combinado más de una vez no impide que se pueda encontrar la ley a la que se somete el fenómeno correspondiente.

Precisamente por ello hay que matizar que el objeto científico es repetible y generalizable en principio y, al menos, en teoría. Un fenómeno único, como la evolución, en cuanto pueden encontrarse elementos comunes con el comportamiento de otros fenómenos, no es único para la ciencia, en el sentido de que no pudiera ser sometido a ley alguna. Siendo, en teoría, repetible en base a los elementos comunes con otro conjunto de fenómenos, puede ser objeto de ciencia, aunque las condiciones técnicas del laboratorio no lo permitan en determinado momento histórico.

La importancia de las ramas teóricas de las ciencias experimentales adquiere tal carácter por el hecho de que pueden prescindir / de la imposibilidad práctica actual de repetir y generalizar un fenómeno para estudiarlo en lo que tiene de común con otros fenómenos de los que se sabe su comportamiento efectivo y, de este modo, dictar a / la técnica cuál ha de ser el comportamiento preciso del fenómeno estudiado, cuando el progreso técnico permita verificarlo. Piensese, por ejemplo, en la Física Teórica y en su importancia extraordinaria para el desarrollo de la Física Experimental.

4.- Esquemáticos y seleccionados.— Los fenómenos estudiados por / ambas teorías están esquematizados y sus caracteres tenidos en cuenta han sido seleccionados, entre aquellos de los que se puede dar cuenta.

Se empieza por apartar información de los fenómenos. Hay multitud de factores que no se consideran relevantes para la explicación de la naturaleza del fenómeno estudiado; en la teoría del flogisto se desprecia la información sobre el peso de las sustancias intervinientes, se desprecia incluso la naturaleza del metal particular sobre el que se observa el fenómeno; en la teoría de Lavoisier, por el contrario, el peso es relevante, se le selecciona como característica de tremenda importancia, pero se aparta información sobre la procedencia (natural o artificial) del producto originario, o sobre otros numerosos aspectos.

En las teorías del aprendizaje, por ejemplo, que utilizan modelos estocásticos, se ignoran diferencias individuales de modo deliberado: se consideran como indiscernibles todos los esfuerzos individuales del animal hasta adquirir el aprendizaje y se consideran como equivalentes, por ejemplo, todas las diferentes maneras de presionar una barra para conseguir el alimento, llevadas a cabo por distintos animales, de forma diversa. La población real se convierte en una clase homogénea de equivalencia y todas las conductas individuales y, hasta cierto punto, irreductibles se reparten en clases homogéneas de acontecimientos. Toda representación es, pues, parcial y más o menos convencional. Los fenómenos quedan, pues, muy esquematizados y simplificados en las teorías que los explican.

Si reflexionamos acerca de los elementos que se consideran relevantes para formar parte de una determinada teoría sobre un tipo de fenómenos, comprobaremos que precisamente se seleccionarán aquellos que se consideran significativos de la realidad y que pueden explicar el fenómeno. Mas esto sólo puede entenderse dentro del marco de una teoría, ya que sólo desde ella podemos decidir qué elementos reflejan la

realidad en sus elementos explicativos y cuales no.

En otras palabras, la significatividad de los elementos seleccionados viene determinada por su utilización en un cuerpo de teorías. Así, por ejemplo, en una experiencia física sobre un fenómeno mecánico escogeremos el concepto de trabajo desarrollado por una máquina, definido como fuerza por distancia y no, por poner un caso, el concepto de tamaño de la máquina.

Esta circunstancia se produce porque el concepto de trabajo entra a formar parte de otras leyes físicas aplicables al sistema, tal / como, por ejemplo, el calentamiento producido en la máquina, mientras que el tamaño de esta no permite una aplicación de tal concepto a otros fenómenos distintos del sistema, según ninguna ley. Whewell ya reparó en esto cuando afirmaba que una clasificación es real o natural cuando "la disposición derivada de una serie de caracteres coincide con la disposición derivada de otra serie" (6).

Esto es, cuando una división permite una forma alternativa de caracterizar la propia división, lógicamente independiente de ella y que se relaciona con la misma mediante leyes, se supone que tal división es reflejo de la realidad y no mero producto mental del científico. Así, la división entre metales radiactivos y metales no radiactivos, / puede encontrar una forma lógicamente independiente de sustentarse en la consideración, por ejemplo, del tipo de estructura atómica, mientras que la división en metales extraídos del fondo de una mina o al aire / libre no encuentra forma alternativa de explicarse que no resida en la propia división a partir de su procedencia; vale decir, no es lógicamente independiente de otra división que estuviese en alguna correspondencia con ella, relacionado con ciertas leyes.



Lo que ocurre con los elementos que entran a formar parte de una división ocurre también con los que entran a formar parte de leyes. Un concepto se considerará reflejo de la realidad si entra a formar parte de unas leyes que proporcionan maneras alternativas de realizar las distinciones hechas por el concepto, de un modo lógicamente independiente a como se hizo en la primera introducción del concepto. Este criterio de realidad científica ha sido denominado a veces "criterio de Maxwell" y es el instrumento más objetivo de que disponemos para analizar el valor científico cognoscitivo de las simplificaciones llevadas a cabo al elegir los elementos relevantes de un fenómeno, frente a todas las circunstancias que pueden examinarse de él.

De modo que el hecho de simplificar y esquematizar un fenómeno no puede entenderse adecuadamente como un simple "recorte" en el posible conocimiento exhaustivo del mismo. Las circunstancias no relevantes no irían a formar parte del conocimiento científico en la teoría desde la cual se interpretan estas circunstancias, por lo que el esquematismo y selección de los elementos de tal fenómeno no empobrece, desde el exclusivo punto de vista de la teoría científica correspondiente, el conocimiento del mismo.

Es interesante señalar, además, que al mismo tiempo que se aparta información, se aportan en la consideración teórica de los fenómenos elementos no observables, hipotéticos, esto es, elementos que el fenómeno no presenta inmediatamente.

Carácter empírico, generalizabilidad, problematicidad, esquematismo y selectividad de los datos manejados son las características más importantes de los datos de los fenómenos que son objeto de explicación por las teorías científicas.

Por lo demás hay que indicar que el objeto científico se distingue de la cosa; la cosa es algo estático, el objeto científico es / algo dinámico; la piedra es la cosa, pero no es objeto de estudio científico; la caída de los graves es, sin embargo, un objeto científico. / El objeto científico es así una representación abstracta de un hecho / concreto. En el objeto científico se identifica una realidad concreta con una estructura abstracta, válida para todas las realidades concretas semejantes a ella. Por eso señalaba Bachelard que el objeto científico es una encrucijada en la que se encuentran lo abstracto y lo concreto: el objeto de la ciencia es lo abstracto-concreto. En la ciencia matematizada se llega a "la "cantidad representada", a mitad de camino entre lo concreto y lo abstracto, en una zona intermedia en la que el espíritu pretende conciliar las matemáticas y la experiencia, las leyes y los hechos" (7).

Por ello se puede decir que la ciencia estudia más las propiedades de las cosas, que las cosas mismas. "La ciencia farmacéutica moderna fabrica más una cualidad que una sustancia, un adjetivo más que un sustantivo. Es realista de una manera discursiva, puesto que realiza en un sentido estrictamente inverso al del realismo clásico en el que se ha creído poder caracterizar filosóficamente la ciencia moderna"(8) De este modo, se puede entender que se explique lo concreto por lo abstracto y que, como nuestro autor advierte con fino humor, se pueda afirmar que lo concreto huele a lo abstracto : la menta huele a mentol.

#### b.- EL CARACTER EXPLICATIVO.-

Por lo demás conviene señalar que tanto la teoría del flogisto, como la de Lavoisier, no sólo intentan describir lo que ocurre en el fenómeno de la combustión, sino que tienen un carácter eminentemente

explicativo. Ambas teorías trascienden la mera dimensión descriptiva para situarse en una dimensión explicativa que aclare por qué todos / los fenómenos del mismo tipo (fenómenos generalizables) se producen con un modo de funcionamiento idéntico. La teoría del flogisto no consistía en un mero inventario de los procesos de combustión y enmohecimiento / observados. Tampoco se limitaba a describir lo que ocurría ante el observador: cómo iba cambiando el aspecto del mineral, etc... pretendía dar razón de por qué se producían las transformaciones que se observaban. Otro tanto ocurría con la teoría de Lavoisier: no sólo afirmaba / que pesaba más el óxido de mercurio que el propio mercurio, sino por / qué ocurría esto.

Volveremos sobre esto más adelante cuando discutamos algunas de las dificultades que se oponen a ciertas concepciones sobre la naturaleza de las teorías científicas. Ahora baste señalar que hay un salto conceptual entre descripción y explicación, que impide dejar a las teorías ancladas en un plano meramente descriptivo. En realidad los fenómenos pueden ser descritos antes de estar en posesión de una teoría científica que dé cuenta de ellos. El problema será explicarlos

Así, por ejemplo, en el caso de las anomalías que hacen que sea necesario cambiar de teoría explicativa para ciertos fenómenos de los que se necesita dar cuenta, tales anomalías son descriptibles muy fácilmente; la cuestión está en englobarlas dentro del marco de una / teoría junto a otros fenómenos ya explicados por ella; en otras palabras: se exige una explicación de las anomalías.

En los periodos que preceden a la aparición de nuevas teorías científicas, cuando las anomalías de ciertos fenómenos se hacen más patentes, queda perfectamente claro el carácter explicativo de las teo- /

rías. Así, por ejemplo, en el periodo transcurrido entre Snell y Huygens, como afirma Toulmin (9), junto a la explicación de muchos fenómenos de la óptica geométrica, tales como la reflexión en los espejos, la refracción simple, la descomposición del rayo de luz mediante el prisma, etc... que podían ser entendidas a partir de un determinado concepto de "rayo de luz", existió otro fenómeno que podía ser descrito, pero que escapaba a una explicación: el fenómeno de la doble refracción. Para poder explicar dicho fenómeno hubieron de cambiar las ideas de los científicos acerca de lo que era un rayo de luz y lo que éste podía hacer; hubieron además de inventarse nuevas técnicas para estudiarlo en diferentes tipos de materiales transparentes, etc... Todo ello se produjo en virtud de las exigencias explicativas de la teoría.

Veamos otro ejemplo: tras el experimento de Michelson-Morley y la aplicación al caso de las contracciones de Lorentz, no se entendería la necesidad de la aparición de la teoría especial de la relatividad. El fenómeno de la constancia de la velocidad de la luz quedó perfectamente descrito; incluso mediante la hipótesis de las contracciones de Lorentz en el sentido del movimiento, tal fenómeno quedaba suficientemente explicado para el caso propuesto. ¿Por qué se hizo necesaria la aparición de una nueva teoría?, ¿Por qué se hizo preferible esta a aquella?. Obviamente, parte de la respuesta está en que explicaba mejor el fenómeno. No vamos a detenernos en la dificultad epistemológica del concepto de "explicación mejor", pero es claro que nuevamente la exigencia explicativa de la teoría se hace patente.

Manteniendonos en el puro terreno de la descripción de los fenómenos no sería preciso jamás un cambio de teoría. Quizás de lo que converge darse cuenta es de que la propia descripción de fenómenos que

acompañan a la explicación de una teoría está en función de su capacidad explicativa. Se describen los fenómenos relevantes para las explicaciones teóricas. El problema aparecerá cuando surjan fenómenos que / tengan elementos comunes con los fenómenos descritos y no quepan en la explicación. Dichos fenómenos, al ser descriptibles desde la teoría de berían ser explicables: aparecen de este modo las anomalías. Pero sólo en función de la capacidad explicativa de la teoría y no en función de su capacidad descriptiva. Si el fenómeno no fuese susceptible de descripción en tal teoría jamás podría presentarse como anomalía para la misma. De cualquier modo, creemos que la importancia de la dimensión / explicativa de la teoría y la necesidad de su mantenimiento para seguir siendo válida queda suficientemente reflejada en las líneas anteriores

c.- TEORÍA Y SISTEMA REPRESENTACIONAL.-

Llegados a este punto conviene señalar que una y otra teoría de nuestro ejemplo inicial, al diferir en la interpretación de los resultados de los fenómenos producidos, difieren en algo que trasciende la propia teoría, considerada aisladamente. Los mismos fenómenos que / interpreta el partidario de la teoría del flogisto son interpretados / de otro modo por Lavoisier. Objetivamente lo que hay ante ellos es lo mismo; sin embargo, lo que hay para ellos es totalmente diferente. ¿Cómo explicar esta circunstancia?

Hay que señalar que cuando el partidario de la teoría del / flogisto enuncia su teoría, al igual que Lavoisier, lo hace en términos de características y propiedades de las cosas y no de las cosas / mismas. Desde el momento en que se generaliza la explicación para una serie de fenómenos producidos con materiales o cosas distintos, se están abstrayendo unas propiedades que son consideradas independientemente

te de la "cosa en sí" que las posee. Para el partidario de la teoría del flogisto, como para su rival, lo que interesa es dar cuenta de la combustibilidad de los materiales combustibles. Este material, estudiado desde la perspectiva de la Dinámica, sería simplemente un móvil y, para la Óptica, sería un cuerpo opaco que absorbe la luz de una determinada longitud de onda y refleja la de otra longitud de onda distinta

Sin embargo, esta propiedad estudiada en la teoría científica se encuadra dentro de un marco conceptual en el que se deduce que / la explicación teórica dada tiene sentido. Este marco conceptual establece una especie de norma acerca del modo correcto de explicación, / admisible para las propiedades examinadas en una teoría científica. La ley encuadrada en la teoría y la explicación formulada se entienden / apoyándose en un marco conceptual donde las cosas cuyas propiedades se están explicando encuentran su lugar.

Existen unos presupuestos conceptuales previos dentro de los cuales la teoría adquiere sentido. En el marco conceptual que hemos señalado para la teoría del flogisto (oposición hombre/naturaleza, doctrina de los cuatro elementos, desprecio de la cuantificación en Química, etc...) la teoría de la combustión de Lavoisier no tiene sentido. A la Lavoisier le hizo falta crear un marco conceptual nuevo en el que pudiera tener cabida y sentido su teoría de la combustión.

El hecho de que hoy se considere a Lavoisier el padre de la Química Moderna está motivado más por la creación de este marco conceptual que por la explicación concreta, en sí indudablemente muy importante, de la combustión. De hecho, su enunciado acerca de la ley de la conservación de la masa en las transformaciones químicas fue más importante para la nueva Química que la propia teoría de la combustión, porque

exigía de modo más radical la cuantificación en el método de la Química y la aparición de un nuevo marco conceptual. Repárese en que esta ley plantea una exigencia ineludible para la posibilitación del método matemático en la Química. Compárese lo que esta ley significa con lo que decimos en nuestras reflexiones del capítulo anterior sobre la matematización del método científico. Sobre todo en lo referente a que la constancia y homogeneidad de un algo, a partir de lo cual iniciar la aplicación de tal método, es principalmente una ley de la mente.

Del mismo modo que Galileo debió crear un nuevo marco conceptual donde el principio de inercia encontrara sentido, dando un nuevo significado a los conceptos de espacio, movimiento, etc... Lavoisier debió hacer lo propio con los conceptos de combustión, aire, reacción química, etc... para que la ley de la conservación de las masas adquiriera sentido. En definitiva, la revolución de conceptos que se produce al pasar de una a otra teoría viene exigida por la decisión de conservar como relevantes circunstancias que antes no lo eran, con lo que el significado de los conceptos relacionados con ellas cambiará.

Este enlace de las teorías científicas con un marco conceptual a partir del cual adquieren sentido nos es de importancia capital cuando abordamos el problema del significado de los términos en teorías científicas alternativas. Aquí baste señalar su importancia aún para el propio nacimiento de una teoría en el seno de la ciencia (independientemente de que nazca como rival o no de otra teoría).

#### d.- EL PAPEL DE LO INOBSERVABLE.-

Otra característica común a los dos ejemplos examinados es el hecho de que en cada teoría, en la explicación que se ofrece de los fenómenos observados se trasciende la dimensión de lo puramente observa-

ble para recurrir a elementos cuya existencia ha de ser postulada.

Tanto el oxígeno como el flogisto son elementos cuya existencia ha de ser objeto de una hipótesis no verificable en sí misma de modo directo; dentro de su teoría Lavoisier no tenía medios para observar el oxígeno puro, en sí mismo. Esta necesidad de recurrir a elementos inobservables por principio viene exigida por la necesidad de trascender la mera dimensión descriptiva, para llegar a la dimensión propiamente explicativa.

Si todos los elementos integrantes de la teoría fuesen observables, esta no consistiría más que en una descripción del comportamiento del fenómeno observado y quedaría nuevamente en pie la necesidad de trascender a una nueva dimensión, mediante una teoría nueva que explique por qué se comportan los elementos observables del modo que lo hacen. Cuando se constató la existencia observable del oxígeno se necesitó recurrir a otra teoría nueva que explicase por qué se unía el oxígeno y el metal.

El oxígeno, que es un elemento teórico en la teoría de la combustión de Lavoisier, se convierte en elemento observable en la teoría química actual de los enlaces y valencias químicas de los elementos, apareciendo, de este modo, nuevos elementos teóricos: átomos, números atómicos, valencias químicas, electrones, etc... que dan una explicación de los fenómenos observables mediante la postulación de unos procesos producidos entre estos elementos teóricos. Ahora se "observa" la unión del metal con el oxígeno y se postulan otros inobservables. Como afirma Whewell no hay más que una diferencia relativa entre hechos y teorías: una teoría queda convertida en un hecho cuando entra a formar parte de otra teoría.



e.- LA RELACION OBSERVABLE/INOBSERVABLE.-

Esto nos lleva de la mano a lo que consideramos característica capital de ambas teorías de nuestro ejemplo y propiedad definitiva de lo que sea una teoría científica: una y otra intentan establecer una relación entre el comportamiento de los elementos observables en los fenómenos y los elementos inobservables. Toda teoría científica intentará desentrañar esta relación para lograr una explicación satisfactoria de los fenómenos que caen bajo su dominio.

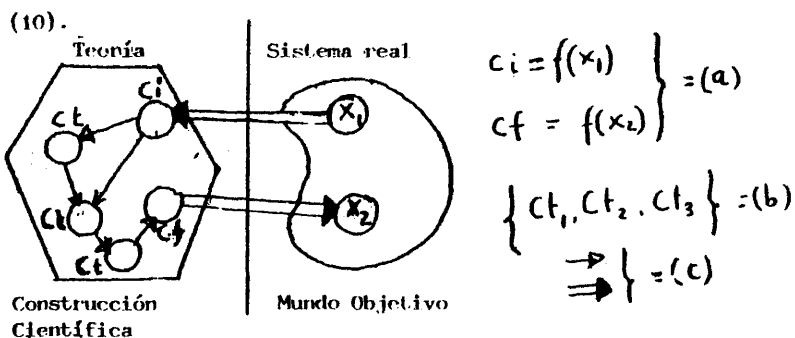
Se busca el mecanismo por el que pasar de un estado inicial observable (mercurio "puro" en el caso del primer experimento de Lavoisier) a un estado final también observable (el óxido de mercurio producido mediante el calor de la lente) a través de un proceso inobservable en el que interviene algún elemento cuya existencia no es inmediatamente verificable de modo directo (liberación del flogisto, en una teoría, o unión del oxígeno con el metal en otra).

Será la coincidencia del estado final observable con las predicciones de la teoría la que suministre la prueba indirecta de la existencia de lo inobservable. Cuando la teoría predice un estado final determinado y este no se produce, o se produce de manera muy diferente a la prevista, la teoría se revelará como insatisfactoria y será necesario construir otra nueva.

En estas relaciones entre observabilidad e inobservabilidad dentro de la teoría, el esquema es el siguiente: se dan unos elementos observables, que se consideran relevantes para llegar al conocimiento del mecanismo por el que se produce el fenómeno objeto de la teoría científica (en el caso de la teoría de Lavoisier, el elemento relevante en cuestión es el peso de las sustancias que intervienen en la com-

burnión); se introducen unos elementos inobservables cuya existencia / se postula (en nuestro caso, el oxígeno como componente del aire ordinario). Estos elementos inobservables determinarán al mismo tiempo la manera de interpretar los propios fenómenos observables; y, por último se establecen unas relaciones por las que los elementos inobservables determinan los cambios (diferencia de peso, oxidación) que se producen en los elementos observables al ocurrir el fenómeno que cae en el campo de estudio de la teoría.

De modo gráfico, las relaciones entre el fenómeno, los elementos observables y los elementos inobservables de la teoría pueden / quedar representadas en el siguiente diagrama, inspirado en Margenau:



- (a) = Construcciones con enunciados sobre elementos observables  
 (b) = Construcciones con enunciados sobre elementos inobservables  
 (c) = Enunciados que relacionan elementos observables entre sí, elementos inobservables entre sí y elementos observables e inobservables.

En resumen, y de modo general, podemos decir que, de acuerdo con los dos ejemplos que hemos examinado, en una teoría científica se da un conjunto de enunciados relacionados entre sí, que podemos distribuir

buir en las siguientes categorías:

1.- Una serie de enunciados acerca de unos elementos observables, pertenecientes a los fenómenos que caen bajo el campo de aplicación de la teoría, los cuales, escogidos de modo selectivo y esquemático, van a ser relevantes para dar cuenta del funcionamiento de dichos fenómenos.

2.- Otra serie de enunciados acerca de elementos inobservables, postulados para dar una dimensión explicativa a la teoría y que, por tanto, condicionan la interpretación de los fenómenos que pertenecen al dominio de esta.

El significado de estos elementos observables e inobservables viene a su vez determinado por un marco conceptual dentro del cual adquiere sentido la propia teoría. Es gracias a este marco conceptual y a los elementos inobservables, cómo el fenómeno, cuya explicación propone la teoría, adquiere un significado para el observador. La misma / observación vendrá determinada posteriormente por este marco conceptual y los elementos inobservables, cuando se repita el estudio de fenómenos similares para ampliar y verificar la teoría.

3.- Un conjunto de enunciados que establece una serie de relaciones entre los enunciados de observación y los enunciados teóricos; esto es, establecimiento de una serie de relaciones entre los elementos observables e inobservables.

No vamos a detenernos ahora en la consideración de algunos / requisitos que deben reunir estos conjuntos de enunciados para alcanzar la categoría de teoría científica y en la interpretación de estos requisitos según los entienden la mayoría de los filósofos de la ciencia actuales. (11).

Nuestra próxima pregunta, en lugar de lo anterior será, en / términos concretos, si estos tres tipos de enunciados que hemos señalado describen exhaustivamente la naturaleza de una teoría científica. / Para ello, vamos a examinar algunas concepciones filosóficas sobre la naturaleza y estructura de las teorías científicas.

#### LAS TEORIAS CIENTIFICAS COMO SISTEMAS HIPOTETICO-DEDUCTIVOS

Según la concepción tradicionalmente admitida por los filósofos de la ciencia, una teoría científica empírica es un sistema de enunciados que pretende explicar el comportamiento de una parcela de la / realidad, recurriendo a una conexión deductiva entre unas hipótesis / acerca de elementos inobservables y unas aserciones sobre elementos de carácter observable.

Repárese en que, desde un punto de vista estrictamente lógico, la existencia de los elementos inobservables (los elementos explicativos) es siempre problemática, por lo que una teoría científica jamás puede ser verificada "sensu stricto".

Una de las características de la nueva ciencia renacentista y barroca frente a la ciencia antigua y medieval es la sustitución del razonamiento categórico, que parte de primeros principios, esto es, de premisas válidas "per se" e indubitables, por el razonamiento hipotético deductivo. (12).

En efecto, las deducciones que se realizan en el seno de una teoría científica no son deducciones categóricas, derivadas de principios verdaderos que produzcan consecuencias ciertas. Las afirmaciones iniciales son simples hipótesis cuyo valor de verdad está en suspenso. Sólo interesa, en principio, la coherencia formal del razonamiento que

se lleva a cabo dentro de la teoría. De modo que los fenómenos observables, que constituyen el punto de partida efectivo a partir del que se construyó la teoría, son como consecuencias a las que faltan las premisas. Naturalmente deben ser verosímiles, pero al fin y al cabo, las premisas sobre elementos inobservables que se proponen no son más que hipótesis; y las hipótesis hay que justificarlas. esto acarrea como contrapartida obligatoria la necesidad de que las consecuencias observables se ajusten lo más fielmente posible en los hechos reales a las predicciones de la teoría.

Cuando se propone una teoría científica ya elaborada, se presentan unos primeros axiomas a partir de los cuales se van extrayendo unas conclusiones. Poco a poco la teoría se va haciendo tan "natural" que a veces ( como en la Mecánica Clásica) esos primeros axiomas se elevan inconscientemente a la categoría de primeros principios, esto es, principios indudablemente ciertos. A este respecto dice N.R. Hanson: " la mecánica clásica, vista a través de las dicotomías clásicas es desafiante. Nace de proposiciones empíricas cuya refutación no siempre es concebible. La refutación no produciría concepciones que nieguen aquellas presentes en los enunciados de las leyes, sino que no darían lugar a ninguna concepción coherente en absoluto" (13)

Sin embargo, hay que señalar que si una teoría científica es un sistema hipotético deductivo, sus axiomas iniciales son hipotéticos. Precisamente la libertad de presentación de hipótesis ( en principio, tomando la teoría en sí misma, aisladamente, esta libertad sería absoluta) está controlada por la exigencia de que los teoremas inferiores, es decir, los enunciados observacionales, estén de acuerdo con los resultados de la experiencia.

No creemos que esté demás señalar que, de acuerdo con una influencia metafísica pitagórico-platónica, producto de la matematización de los métodos científicos y de una confianza casi ilimitada en el poder de la Matemática, lo que se exige a una teoría científica no es que de hecho sea verificable, sino que lo sea en principio; renárese en el hecho, filosóficamente muy importante, de que cuando no hay posibilidad de verificar o refutar por la experiencia, bien por la tosquedad del / registro de los aparatos de medida, bien por otra causa (que no impide que pueda ser verificable, en principio), la teoría no se desecha, si no que se mantiene a la espera de que se pueda verificar con el tiempo.

Se suele afirmar que la teoría científica empírica es un sistema hipotético-deductivo interpretado; vale decir, es un conjunto de enunciados entre los que existe una relación de deducibilidad que los ordena parcialmente; estos enunciados están dotados al mismo tiempo de un contenido dado por un conjunto de reglas de interpretación.

Así, por ejemplo, se puede distinguir entre teorías puramente abstractas (meros sistemas sintácticos) y teorías interpretadas (o sea, sistemas semánticos) de acuerdo con el siguiente esquema:

TEORIA  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Estructura: } E = \{A, \vdash\} \text{ Teorías abstracta ( sistema sintáctico)} \\ \text{Modelo: } M_n \text{ } E = \{A, \vdash, I_n\} \text{ Teoría interpretada (Sistema semántico)} \end{array} \right.$   
 habiendo tantos modelos teóricos  $M_n$  de una estructura abstracta cuanto los conjuntos  $I_n$  de reglas de interpretación de los símbolos primitivos (14).

De todos modos, cuando se propone una teoría que versa sobre el mundo real y que tiene la pretensión de ser verdadera, en la interpretación de la teoría como sistema hipotético-deductivo, sólo se puede entender la estructura  $E$  mediante un único conjunto de reglas de in-

interpretación,  $I_a$ , de los muchos  $I_n$  posibles. Esto no impide que dos teorías empíricas diferentes puedan tener una estructura sintáctica común; pero la interpretación de cada una de ellas será única y pretenderá erigirse en la única interpretación verdadera, en cuanto intenta dar cuenta de la realidad; de modo que se propone un sólo modelo material (representación del mundo real) que corresponde verdaderamente al sistema formal E y no un modelo conceptual de la teoría abstracta.

La interpretación de las teorías abstractas matemáticas dentro de una teoría científica (interpretación del aparato matemático, / componente esencial de la teoría, en cuanto proporciona el elemento E) no es un simple ejercicio de semántica. Es mucho más que eso.

Por tanto, si sólo hay un mundo real, en la concepción de la teoría científica como sistema hipotético deductivo sólo un modelo puede ocupar la interpretación científica verdadera de la realidad, que se comporta pretendidamente según el sistema sintáctico construido en E. / La teoría científica es una interpretación factual del formalismo matemático que la subyace; en cuanto tal, parece que sólo podría existir / una interpretación verdadera del hecho que cae bajo el campo de dicha teoría.

Esto puede parecer a primera vista contradictorio con el reconocido carácter de provisoriedad del conocimiento científico. Si sólo un modelo puede ser verdadero y el conocimiento científico es provisorio, ninguna teoría es verdadera. En relación con ello, habría, no obstante, que señalar que el progreso científico consiste más en ampliar el campo que cae bajo el dominio de las teorías científicas que en demostrar la falsedad de las teorías anteriores.

Cuando la teoría científica se revela insuficiente y es susti

tuida por otra, su insuficiencia se muestra respecto a algún hecho nuevo; de tal modo que respecto a los fenómenos que explicaba era verdadera. Tal ocurrió, por ejemplo, con la Mecánica Clásica frente a la Teoría de la Relatividad. Para velocidades "normales" la Mecánica Clásica es perfectamente válida. Renunciamos a la verdad absoluta. La verdad / absoluta no es poseída nunca en ciencias; pero se puede decir que cada vez se va ampliando más el campo de la verdad. Las líneas de la verdad y del conocimiento científico son asintóticas; pero esto lo sabe el / científico desde el principio. En ciencias hay una teoría de errores, con la que, por ejemplo, comienzan la mayoría de los manuales de las distintas especialidades. La realidad medida nunca se acomoda exactamente a nuestros cálculos; sin embargo, eso no nos preocupa, porque, dentro de estos errores de medida cada vez se la va conociendo más y mejor. / Aunque en relación con lo que acabamos de decir nos parece conveniente señalar que no todo el mundo entiende el fenómeno que indicamos de este modo. Quine, por ejemplo, se opone al concepto de verdad como límite en el infinito al que nos vamos acercando con el progresivo avance / del conocimiento ( de cualquier tipo, ya sea científico ya sea de otra especie). No admite la analogía numérica para hablar del "límite hacia el que tiende una teoría"; el concepto de límite depende del concepto "más próximo"; pero este concepto está definido con respecto a números pero no con respecto a teorías.(15).

#### LOS ENUNCIADOS DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS SEGUN LA INTERPRETACION HIPOTETICO DEDUCTIVA

Si nos fijamos en el esquema antes señalado vemos que en una teoría interpretada hay tres tipos de miembros: "A", " $\vdash$ " y " $I_n$ ". Es-



tos elementos se enlazan en enunciados de tres tipos bien definidos:

1.- Un conjunto de enunciados observacionales, factuales, / que utilizan un vocabulario acerca de elementos empíricos y unas aseveraciones verificables en el marco de las observaciones del mundo real.

2.- Una serie de enunciados sobre elementos teóricos, formulados en un lenguaje puramente formal. En estos enunciados intervienen unos conceptos primitivos (o vocabulario mínimo, según B. Russell)(16) unos postulados o axiomas y unos teoremas deducibles de los axiomas, / considerados exclusivamente en cuanto cálculo no interpretado.

Según W. Sellars, los elementos que forman parte de los enunciados teóricos son los siguientes:

- a) vocabulario sobre entidades y propiedades no observadas
- b) expresiones lógicas y matemáticas
- c) vocabulario sobre el espacio y el tiempo teóricos (muy diferentes del espacio y tiempo real, esto es, del espacio y tiempo del / mundo de la observación.(17)

3.- Unas reglas de correspondencia que ponen en relación (ya sea de inferencia, traducción o algún otro modo relacional) los enunciados teóricos con los del lenguaje observacional.

Las reglas de correspondencia coordinan entre sí los enunciados teóricos y observacionales, pero no pueden reducirse a meras traducciones de unos a otros, de tal manera que "coloquen a los elementos primitivos de las teorías en una correspondencia unívoca con sus equivalentes o contrapartidas del lenguaje de observación"(18).

Precisamente en la condición que se asigne a las reglas de / correspondencia se encuentra una de las claves para analizar el problema del significado de los elementos teóricos de las teorías.

Este esquema sobre los componentes de las teorías científicas ha sido atacado desde muy diversos frentes. En especial es muy importante la crítica que se ha hecho a la distinción entre enunciados observacionales y enunciados teóricos.

Si se atiende a la práctica real del científico, esta distinción se desvanecería. En realidad no se dan puros enunciados observacionales. Toda observación científica es una observación cargada de teoría. "Los computadores fotosensibles sin cerebro (también los niños y las ardillas) no hacen observaciones científicas por muy notables que sean su recepción de señales y su memoria"(19).

"Mejor aún, los hechos surgen aquí como posibilidades que tienen el mundo de ser descrito en un lenguaje disponible; posibilidades / que estarán en todas partes tan "cargadas de teoría" como las propias descripciones han revelado estarlo. (Podría  $E = m.c^2$  haber expresado un hecho hace un millón de años? ¿Para quién?). Y esto sería así aunque / tales descripciones conciernan sólo a simples registros de color, como en las valoraciones químicas, o a intrincadas y sutiles asignaciones numéricas, como en la mayoría de los casos normales de medición" (20).

Lo mismo afirma Popper en su "Lógica de la Investigación Científica", donde afirma que las leyes naturales desbordan la experiencia

a) por su universalidad

b) por la aparición de términos universales; vale decir, según Popper, disposicionales.

Uno de los primeros análisis más importantes sobre la naturaleza de los términos disposicionales fue llevado a cabo por Ryle (21). Posteriormente se reparó en el problema de la inadecuación de las definiciones operacionales para definir la naturaleza de los predicados

disposicionales que aparecen en las teorías científicas. Carnap, en su artículo "Testability and Meaning" (22) propuso una prueba demostrativa de que las definiciones operacionales no son adecuadas para definir es los predicados. Tanto Carnap como Hempel y otros intentaron salvar el operacionalismo mediante correcciones en las definiciones operacionales y la introducción de enunciados reductivos en vez de definiciones. De cualquier modo ambos expedientes resultaron no ser válidos, llegando / Carnap a la conclusión de que había que abandonar la concepción de un lenguaje empirista,  $L_e$ , en el sentido del empirismo clásico, donde cualquier elemento se definía, en último término por una serie de enunciados de observación, para introducir una división en el seno del mismo. Habría, según Carnap, dentro del lenguaje  $L_e$  un lenguaje observacional,  $L_o$ , y un lenguaje teórico,  $L_t$ . Existen unas reglas de correspondencia entre  $L_o$  y  $L_t$  pero los términos de  $L_t$  no pueden quedar definidos explícita y exhaustivamente en términos del lenguaje  $L_o$ . Este es el / origen de lo que se ha dado en llamar, según W. Stegmüller, "teoría de los dos niveles" en el lenguaje de la ciencia. (23).

Siguiendo con el hilo de nuestro discurso hemos de decir que Popper considera equivocada la distinción entre términos teóricos y términos no teóricos: todos los términos de las teorías científicas son teóricos. Del mismo modo afirmará que todos los universales corresponden a disposiciones, aunque pueden hacerlo en grados diversos; por ello considera equivocado distinguir entre enunciados disposicionales y enunciados no disposicionales; de esta manera, por ejemplo, "blanco" será un término disposicional equivalente a la expresión "tiene disposición para reflejar la luz blanca".

Cualquier enunciado presuntamente observacional lleva dentro

de sí una teoría en la que adquiere sentido la observación llevada a cabo. El hecho puro, desnudo, en cuanto hecho científico no tiene sentido en sí mismo; buscado al modo fenomenológico no aparecería nunca, como evidencia la práctica científica.

A este respecto, existe una importante diferencia entre lo / que el filósofo entiende comunmente por observación y lo que entiende por ella el científico. El científico admite la observación "de laboratorio" en donde se llevan a cabo medidas que están plagadas de concepciones teóricas previas (al menos siempre tendrán como mínimo el sustento de la teoría de la medición ; esto es, que los instrumentos de medida funcionan correctamente y que el método de medida para medir lo que se está "observando" es válido). A este respecto, Wartofsky, por ejemplo, dice que toda observación y toda medida son teóricas, se encuentran en el interior de un marco constituido por un modelo teórico.

"La diferencia que hay entre los términos de observación y / teóricos es la que media entre marcos teóricos más antiguos, comunes y que nos son familiares (específicamente los representados en el sentido común y en el uso corriente del lenguaje) y otros marcos nuevos, obtenidos a través de una crítica de los defectos de aquellos... si consideramos el nuevo marco teórico como un "lenguaje" este será una reconstrucción del que antes tuvimos, reconstrucción apta para ciertos usos respecto de los cuales el anterior era insatisfactorio"(24).

En relación con la dicotomía teórico/observacional, se han distribuido las teorías científicas en dos especies bien distintas: las teorías fenomenológicas y las teorías representacionales. De acuerdo / con esta distinción las teorías fenomenológicas sólo introducirían como elementos con significación a los observacionales; las teorías feno

menológicas pretenderían eliminar, en la medida de todo lo posible, los términos teóricos, que, si se utilizasen en algún caso, no serían más que meros auxiliares del cálculo, carentes de interpretación; esto es, simples variables intermedias.

Tal el caso, por ejemplo, de las teorías sobre el aprendizaje en la psicología conductista, donde se evita la referencia a mecanismos fisiológicos o mentales. Los elementos inobservables son meros auxiliares del cálculo, sin referencia concreta. Los elementos inobservables son, simplemente, variables intermedias que se colocan en medio entre la entrada y la salida de datos de una teoría científica fenomenológica.

Por el contrario, las teorías representacionales introducen construcciones hipotéticas, esto es, elementos teóricos que pretenden tener una referencia concreta a entidades, propiedades o acontecimientos inobservables. Es claro que las teorías representacionales son mucho más profundas y tienen un mayor poder predictivo y explicativo que las fenomenológicas; por otra parte, los elementos observacionales de las teorías fenomenológicas son, ellos también, elementos teóricos si se examinan detenidamente; por ello, lo que algún autor ha llamado el "cajanegrismo", esto es, la teoría filosófico-científica que pretende por todos los medios no rebasar los puros datos observacionales no conduciría más que a un estancamiento o a un retroceso en el desarrollo científico. Las teorías científicas están constantemente trascendiendo lo observable y proponiendo mecanismos inobservables que explican el "funcionamiento" por el que se producen los fenómenos observables que caen bajo su dominio.

Decía Pierre Duhem en "La theorie Physique": "Entremos en un

laboratorio, acerquémonos a la mesa poblada por una multitud de aparatos, una pila eléctrica, alambre de cobre recubierto de seda, pequeña vasijas de mercurio, bobinas, un espejo montado en una barra de hierro el experimentador está insertando en pequeñas aberturas los extremos / metálicos de unos alfileres con cabeza de ébano; la barra de hierro oscila y el espejo adosado a ella lanza una banda luminosa sobre una escala de celuloide; el movimiento hacia atrás y adelante de esta señal permite al físico observar mínimas oscilaciones de la barra de hierro. Pero preguntémosle qué es lo que está haciendo. Responderá: "estoy estudiando las oscilaciones de una barra de hierro que soporta un espejo?". No; dirá que está midiendo la resistencia eléctrica de las bobinas. Si nos quedamos sorprendidos y le preguntamos qué significan sus palabras, qué relación tienen con los fenómenos que está observando y que nosotros contemplábamos al mismo tiempo que él, nos responderá que nuestra pregunta requiere una larga explicación y que deberíamos seguir un curso de electricidad". (25)

Tal como hemos afirmado anteriormente, es en virtud de la existencia de un marco teórico en cualquier interpretación de los hechos observados por lo que Sellars, después de examinar el estatuto / epistemológico de los datos sensoriales inmediatos (presuntos elementos observacionales, carentes de toda carga teórica, a los que se podría ir reduciendo los distintos niveles de teorización) llega a la conclusión de que no son sino unos elementos teóricos más; de acuerdo con ello, los distintos niveles teóricos no descansan sobre un último subsuelo de elementos libres de teoría, datos puros; todo conocimiento, todo lenguaje, sea perceptivo, sea científico, sea sensorial, constituye un marco teórico. (26)

A pesar de todo lo anterior, debemos señalar, sin embargo, / que estas dificultades afectan al estatuto epistemológico de los distintos componentes de la teoría, pero no afectan en nada a la consideración de su estructura como sistema hipotético deductivo.

#### ALGUNAS OPINIONES TRADICIONALES SOBRE LA NATURALEZA DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS

Como venimos indicando, las interpretaciones tradicionales / sobre la naturaleza y estructura de las teorías científicas han sostenido que estas consisten en un sistema de enunciados, si bien difieren a veces notablemente en la interpretación de los mismos.

El primer filósofo de la ciencia en quien nos vamos a detener es J. Herschel, quien afirma al respecto que las teorías surgen gracias a la generalización inductiva o a la creación de hipótesis audaces que establecen una interrelación entre leyes que antes eran inconexas. Para Herschel, por tanto, la estructura de las teorías científicas consiste en una organización de enunciados que liga deductivamente las leyes de la naturaleza.(27)

Fue Whewell, contemporáneo de Herschel, quien aportó algunas conclusiones que tendrían gran importancia posteriormente para el tema que estamos considerando. Nuestro autor hizo una distinción entre hechos e ideas. Los hechos son la materia prima para la formulación de / leyes y teorías; pero sólo hay una diferencia relativa entre ambos tipos de elementos; la diferencia sólo es de grado: una teoría sólo lo / es de modo relativo, igual que un hecho; una teoría se convierte en un hecho cuando entra a formar parte de una teoría más amplia. Las ideas serán, para Whewell los principios racionales de la experiencia que po

nen en relación los hechos.

No existe un hecho puro, aislado de las ideas; todos los hechos, por muy simples que sean, tienen en sí algo de la naturaleza de las teorías. La teoría es un conjunto aceptable de generalizaciones que exhiben una estructura; las leyes de la teoría se relacionan mediante la "coligación" o vinculación de hechos, conseguida mediante la incorporación de un nuevo concepto a la teoría explicativa. Este concepto se adquiere a través de una intuición creadora del científico: la coligación sería algo así como la huella del espíritu creador del científico. (28).

Emile Meyerson distinguió entre leyes empíricas y leyes causales; las leyes causales son una aplicación del principio de identidad; las leyes empíricas describen cómo se alteran los sistemas cuando se alteran las condiciones de los mismos. Sólo las leyes causales satisfacen el deseo de comprensión del científico; de manera que una teoría científica contendrá tanto enunciados descriptivos (leyes empíricas) / como enunciados explicativos. (29)

Quizás el teórico más importante de principios de siglo y finales del pasado fue el francés Pierre Duhem. El fue quien primero se planteó explícitamente la función descriptiva frente a la función explicativa en las teorías científicas. Duhem estudió lo que se podría llamar los dos estilos de hacer ciencia, representados por los científicos ingleses y los científicos franceses. Mientras estos últimos insisten casi exclusivamente en la estructura matemática, los ingleses insisten en la necesidad de hacer aparecer en las teorías los modelos que las ejemplifican.

Para Duhem las teorías científicas son medios de correlación



que agrupan leyes experimentales, pero no las explican. Puede haber un modelo asociado a la teoría, pero este modelo no forma parte de la estructura lógico-matemática de la misma. En la teoría se predicen los / resultados de los experimentos, pero esto se logra exclusivamente por la estructura matemática, por su dimensión sintáctica; según esto, pues, la teoría está formada sólo por la estructura lógica; el modelo es exterior a ella. (30)

De esta manera, Duhem, sin utilizar explícitamente el término hace referencia a lo que posteriormente recibirá el nombre de "reglas de correspondencia". Estas relacionan los términos axiomáticos con las magnitudes experimentales. La teoría estaría constituida por el sistema lógico-formal y las reglas de correspondencia; esta sería la función representativa de las teorías; el modelo, sin embargo, no estaría dentro de ella. Duhem incluso llega a negar que el modelo tenga función / explicativa; según él, puede tener un valor heurístico, pero no un valor explicativo.

N.R. Campbell, sin embargo, tiene una concepción distinta de las teorías científicas. Para este autor una teoría consta de un conjunto de enunciados correspondientes a un sistema axiomático (estructura lógico-matemática) y un segundo conjunto de enunciados llamado "diccionario" que relacionan los términos de las hipótesis del sistema axiomático con otros enunciados sobre magnitudes empíricamente determinadas. Campbell introduce además una "analogía" con un sistema real que completa la teoría; así, mientras el sistema axiomático y el diccionario determinan la estructura formal de la teoría, sin embargo no constituyen la teoría completa; la analogía es una parte esencial de ella.

Una ley puede deducirse de un conjunto indefinido de premi-

sas en un tipo de pensamiento hipotético deductivo, como es el científico; por eso la hipótesis y el diccionario no pueden explicar por sí solos la ley; esto se consigue con la ayuda de la analogía. Precisamente, cuando se produce una ampliación de una teoría ello se consigue mediante un modelo nuevo que es encontrado y en el que se integran las formulaciones del sistema axiomático con las nuevas leyes recogidas en tal sistema teórico; pero cuando aún no se tiene el modelo, el sistema axiomático, con las nuevas leyes solamente, no forma una teoría. (31)

R. Harré, insistiendo en esta perspectiva señalada por Campbell, propuso una "revolución copernicana" en la interpretación de las teorías científicas; según él, lo más importante de una teoría sería / el modelo; la estructura matemática sólo tendría un papel heurístico / en el descubrimiento de nuevos teoremas (leyes).

Harré distingue tres tipos de enunciados en una teoría científica:

- 1.- Enunciados sobre el modelo
- 2.- Leyes empíricas
- 3.- Reglas de transformación.

Las reglas de transformación comprenden hipótesis causales y transformaciones modales, mientras que las leyes empíricas consisten / en la formulación de la estructura matemática de la teoría. Lo propio de la teoría, según Harré, esto es, las hipótesis existenciales y descriptivas, están en el modelo y ellas son las que permiten la ampliación de las ciencias; son las afirmaciones sobre la existencia de entidades teóricas del modelo las que contribuyen al progreso científico.

Si una teoría no propone hipótesis existenciales ni descriptivas ( como en la interpretación de P. Duhem), nuestra comprensión de

los procesos naturales no avanzaría nada. "La explicación científica / consiste en hallar o imaginar mecanismos generativos plausibles para los acontecimientos, para las estructuras de las cosas, para la generación, crecimiento, degeneración o extinción de cosas y materiales, para los cambios en el interior de cosas y materiales persistentes". (32)

En nuestros días también E. Nagel (33) y P. Frank (34) han hecho, entre numerosos autores, consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas que han ayudado considerablemente a afinar el análisis de las mismas. Así Nagel ha distinguido entre universales nomológicos y accidentales, exigiendo los primeros para las teorías científicas; sólo el universal nomológico, según él, está propiamente abierto a ampliaciones. Frank, por su parte, ha puesto de relieve el conflicto existente entre la sencillez y elegancia teórica y el acuerdo con las observaciones empíricas: la ciencia no se inclina por el acuerdo con la observación si ello es a costa de la sencillez y elegancia matemáticas; las teorías científicas se orientan más hacia la dinámica de la ciencia (sencillez y fecundidad para entrar en otros territorios) que hacia la observación empírica estática.

Como vemos en este breve repaso a algunas de las interpretaciones de la reciente filosofía de la ciencia sobre las teorías científicas, se han examinado estas desde muy diversas perspectivas y a veces se han propuesto ideas que han ayudado muy notablemente a entender la naturaleza y estructura de las mismas; pero hay una interpretación del tema que ha conseguido una gran aceptación por el resto de los teóricos de la ciencia. Nos referimos al modelo propuesto por Hempel y Oppenheim, al que se conoce con el nombre de "Modelo nomológico de /

la explicación".

La versión original del modelo nomológico de la explicación parece hallarse en "The Logic of Scientific Discovery" (35). Pero la extensión de esta denominación entre los filósofos de la ciencia se produce a partir de la versión del modelo deductivo dado por Hempel y Oppenheim en "The Logic of Explanation" (36). De cualquier modo, hay versiones del propio Hempel anteriores, tal como "The Function of General Laws in History" (37).

#### EL MODELO NOMOLOGICO DE LA EXPLICACION CIENTIFICA

De acuerdo con la terminología de Hempel y Oppenheim, el fenómeno de que se intenta dar cuenta en una teoría es el "fenómeno explanandum" y los enunciados que lo describen forman el "enunciado explanandum", o simplemente, "explanandum". Los enunciados que constituyen las leyes básicas a partir de las cuales se "explican" los fenómenos / "explananda" son denominados "enunciados explanantes" o, simplemente, "explanans".

La explicación teórica se entenderá entonces como una argumentación deductiva que utiliza como regla de inferencia el "modus ponens". En esta deducción la conclusión será el explanandum y las premisas constituirán el explanans; el explanans estará formado por las leyes generales,  $L_1 \dots L_2 \dots L_3 \dots L_n$  de la teoría y por enunciados singulares acerca de hechos concretos o condiciones iniciales,  $c_1 \dots c_2 \dots c_3 \dots c_n$ .

De este modo, la explicación científica, en la interpretación de las teorías como sistemas hipotéticos deductivos, puede quedar ilustrada mediante el siguiente esquema:

EXPLANANS	$L_1 \dots L_2 \dots L_n$	Enunciados universales legaliformes
	$C_1 \dots C_2 \dots C_n$	Enunciados singulares sobre condiciones iniciales.
EXPLANANDUM	E	Enunciado singular sobre un suceso individual.

Se comprende, si examinamos la tabla de los valores de verdad de la implicación que, al utilizar en el modelo nomológico de la explicación la regla del Modus Ponens, el científico necesita suponer la / verdad del antecedente; pero incluso siendo falso el antecedente, se / puede llegar a un consecuente verdadero (una proposición verdadera puede deducirse de infinitas proposiciones falsas)(38), con lo que nunca se puede estar seguro de la verdad de las leyes iniciales, que siempre serán hipotéticas. De aquí la calificación de sistema hipotético deductivo para la teoría científica.

Cuando nos situamos en el terreno de las ciencias físicas la interpretación hipotético deductiva de las teorías científicas puede / parecer aceptable en una primera ojeada. Sin embargo, cuando nos situamos en el marco explicativo de otras ciencias empiezan a surgir dificultades; tal ocurre, por ejemplo, en el terreno de la explicación en ciencias biológicas.

Es curioso que cuando no encontramos explicación a un fenómeno biológico desde el horizonte de inteligibilidad en el que estamos situados, utilizamos la "explicación" de que tal fenómeno ocurre espontáneamente. En estos casos, tal adverbio lo que hace es encubrir nuestra ignorancia. Pero tal ignorancia se admite en función de una explicación válida y no de una predicción, ya que en infinitud de casos se prevé lo que "espontáneamente" se va a producir, al menos con cierto / margen de probabilidad que la hace predictivamente aceptable. De tal /

modo, este hecho nos remite a algo que está más allá de unas puras relaciones hipotético deductivas, en las que pueda disolverse la interpretación nomológico deductiva.

Pero hay más: la explicación biológica caería, desde el punto de vista de la interpretación hipotético deductiva, en lo que se llama la falacia del consecuente, en innumerables casos. En efecto, desde el modelo nomológico deductivo las explicaciones funcionales de la biología pueden parecer inadecuadas ya que no han de ser concluyentes lógicamente.

Veamos un ejemplo; un tipo de razonamiento biológico, según el modelo nomológico de la explicación podría ser el siguiente:

- EXPLANANS
- 1.- Los animales "X" están bien adaptados
  - 2.- Si los animales "X" están bien adaptados, responden a la necesidad "n" que el medio les plantea
  - 3.- Si los animales "X" tienen la característica biológica "b" entonces responden a la necesidad "n" que les plantea el medio

=====

EXPLANANDUM      Por tanto, los animales "X" tienen la característica biológica "b".    (39).

Es claro que tal argumentación, mirada en su pura dimensión lógico-deductiva es falaz. Cae en la falacia de la afirmación del consecuente.

No podemos entrar en el complicado y espinoso problema de la teleología en la explicación científica (que, dicho sea de paso para los filósofos analíticos, no tiene por qué exigir una causa futura de un efecto presente, con la contradicción que ello aparejaría); pero /

hay que decir que no es tan fácil eliminar del mundo de la biología este tipo de explicación; siempre parece haber presente en esta ciencia un irreductible elemento teleológico, en el sentido de que ayuda a hacer inteligible el mundo vivo refiriéndose más al futuro que al pasado (la referencia al pasado sería lo característico de la explicación mecanicista).

Incluso podría ponerse en relación este problema con la distinción entre hechos físicos y hechos institucionales que hace Searle en su obra "Speech Acts", cuando afirma que la mera explicación de los fenómenos al modo de la teoría física mecanicista no vale para explicar hechos institucionales, tales como la celebración de un matrimonio o / un partido de fútbol.

Sin que esto signifique que los hechos biológicos sean institucionales, sí podríamos revelar la gran carga que los presupuestos de las teorías biológicas han proyectado sobre la propia teoría: los es-/fuerzos por diferenciar entre los "conceptos dirigidos a un fin" y los "conceptos dirigidos a la adaptación" podrían servir de ilustración / adecuada a este tema.

Hasta podemos afirmar que en Biología se ha intentado numerosas veces explicar la naturaleza de las teorías más en función de una operación similar a la de rellenar un crucigrama que a la de realizar un razonamiento explicativo. Desde siempre, posiblemente, se ha estado bajo la sensación, en ciencias biológicas, de que las explicaciones no mológico-deductivas no eran suficientes.

Por lo demás, para acomodar la explicación biológica al mode lo hipotético deductivo sin caer en la falacia del consecuente habría que afirmar que en el punto 3 de nuestro ejemplo la relación no es de

implicación ( $\longrightarrow$ ) entre antecedente y consecuente, sino más bien de bicondicionalidad, o como mínimo de condición necesaria, aunque no fuera condición suficiente ( $\longleftrightarrow$  y  $\longleftarrow$  respectivamente). Lo que hace que se complique el esquema y se tengan que hacer precisiones que tienen un persistente olor a "hipótesis ad hoc" en relación con este problema. De manera que el modelo hipotético deductivo se empieza a mostrar muy insatisfactorio ante estas dificultades.

Si las explicaciones biológicas se han de considerar explicaciones científicas (y suponemos que hoy habrá muy poca gente dispuesta a negarle tal carácter a las explicaciones basadas en la teoría evolucionista, en la genética de poblaciones, etc...) y el modelo nomológico deductivo se ve en graves dificultades para dar cuenta de ellas, parece que no va por mal camino la empresa de buscar otro modelo explicativo que intente solucionar el problema.

Ya hemos señalado que incluso se propusieron modelos de "crucigrama" para dar cuenta de la explicación biológica. En "The Ascent of Life" Goudge argumenta que en estas explicaciones las leyes sirven como "elementos de sistemas probatorios que hacen inteligibles o racionalmente posibles a los explicanda... Constituyen bases probatorias para lo que se debe explicar. La situación puede compararse con un crucigrama parcialmente terminado en el que se entrecruzan varias palabras iniciadas, apoyándose mutuamente" (40).

"Goudge llega incluso a decir que "el resultado puede ser virtualmente concluyente y no dar lugar a soluciones alternativas", pero no deja de percibir que el modelo de explicación encontrado en las ciencias físicas no es el que debe hallarse en esta parte de la Biología (se refiere a la genética de poblaciones) y afirma que "un crucigrama



es un modelo más adecuado"(41).

Sin necesidad de recurrir a estos nuevos modelos, quizás la concepción de Sneed sobre las teorías científicas, que vamos a examinar a continuación, pueda servir como una interpretación más aproximada a la realidad de la estructura de las teorías científicas. En efecto, a la hora de explicar las teorías de los distintos estudios evolucionistas sobre Sistemática, Paleontología, Morfología, Embriología, etc... se acepta que todas las diferentes disciplinas están unificadas, en cuanto que presuponen un conocimiento básico de la genética de poblaciones, de modo que esta correspondería al núcleo estructural con sus aplicaciones, a la que se irían añadiendo los elementos correspondientes de un núcleo expandido y sus aplicaciones, al modo como ha ocurrido con la Mecánica a partir del núcleo estructural de la Mecánica / de Partículas, cuando se fueron incorporando nuevas aplicaciones a la teoría (la cuerda que vibra, las ondas, los fenómenos hidrodinámicos.. etc...)

Como veremos al analizar la posición de Sneed respecto al problema de la estructura de las teorías científicas, su interpretación podría quizás ser un modelo más adecuado a la marcha real de la ciencia, frente a las dificultades del modelo nomológico deductivo. En función de ello, pues, pasaremos a exponer las ideas de este autor, en relación con el tema.

#### LA CONCEPCION DE SNEED SOBRE LAS TEORIAS CIENTIFICAS

Junto a las posturas que podemos llamar clásicas, que consideran a las teorías científicas como sistemas de enunciados hipotético-deductivos, recientemente ha aparecido en la filosofía de la Ciencia

una nueva forma de interpretar las teorías, según la cual se abandona las posiciones "enunciativas" para pasar a considerarlas desde la perspectiva de la teoría de conjuntos. Desde esta perspectiva se interpreta una teoría científica como una función que relaciona los elementos de un modelo o sistema y que se formula como un predicado conjuntista "... es un P" (donde P es el nombre de la teoría correspondiente).

Mientras, por ejemplo, en las teorías clásicas enunciativas se identificaba una teoría y su formulación, en esta nueva concepción/ la formulación de una teoría (mediante un predicado conjuntista) y la propia teoría (una función completada por un objeto abstracto; una estructura) no coinciden. Los elementos que forman parte del sistema o / estructura al que denominamos teoría científica serán, por una parte, objetos físicos (estados, partículas...) y matemáticos (números, vectores...) y por otra funciones (relaciones, propiedades métricas...).

Esta nueva forma de considerar las teorías fue iniciada por Suppes y ha tenido bastante aceptación últimamente entre algunos filósofos de la ciencia, que, a su vez, han examinado y revisado las ideas de Suppes, aportando nuevos elementos de análisis muy sugestivos.(42)

Las más interesantes, quizás, hayan sido presentadas por David Sneed en su obra "The Logical Structure of Mathematical Physics", quien afirma que la identidad de una teoría científica no sólo queda determinada por el predicado conjuntista correspondiente, sino también por la acotación de un dominio, más o menos vago, de acuerdo con su / utilidad práctica, de aplicaciones. Dedicamos, pues los próximos párrafos a analizar la concepción de Sneed.(43)

De acuerdo con la concepción enunciativa clásica, habrá un / único modelo real para los teoremas de una teoría científica. Las le-

yes, de este modo, son enunciados universales verdaderos o falsos. /  
Prácticamente la totalidad de los filósofos de la ciencia afirman el  
carácter estrictamente universal de las leyes científicas.(44)

Sin embargo, si nos detenemos a examinar el proceder del /  
científico, jamás podremos encontrar un caso en el que este confronte  
su teoría con un modelo "cósmico" universal (un único modelo real) que  
confirme o refute su teoría. Lo que suele hacer es algo muy distinto, /  
según nos explica la historia de la ciencia. En efecto, la teoría se /  
estructura en una serie de fórmulas cuya validez se comprueba aplicán-  
dola a determinados sistemas (históricamente privilegiados, por ser los  
primeros modelos sobre los que se confirmó la teoría; por ejemplo, en  
la Mecánica Clásica de Partículas, el modelo sol-tierra, tierra-luna,  
tierra-péndulo, etc...); luego la teoría se va extendiendo a otros sis-  
temas (el movimiento vibratorio de una membrana, por ejemplo) y en al-  
gunos de ellos se cumplen leyes especiales que valen para algunos mode-  
los nuevos (tal como ocurre con la ley de la elasticidad de Hooke); de  
este modo, la teoría aumenta su fuerza predictiva y se refuerza su acep-  
tabilidad.

Es decir, la teoría se aplica a una serie de modelos sucesi-  
vos que guardan entre sí unas características semejantes, que permiten  
considerarlos modelos de una misma teoría. Estas características que /  
deben cumplir los modelos distintos de una misma teoría son lo que D.  
Sneed llama "constraints" y que J. Mosterín traduce como "condiciones  
de ligadura", a propuesta, según declara, de U. Moulines (45). En el /  
ejemplo de Sneed (la Mecánica Clásica de Partículas) todos los modelos  
a los que se pueden aplicar esta teoría deben someterse a las siguien-  
tes condiciones de ligadura para el elemento teórico "m" (masa):

1.- La masa debe ser invariante respecto de las transformaciones galileanas del movimiento.

2.- La función de masa debe ser una magnitud extensiva

3.- Un mismo individuo que pertenezca a varios modelos o aplicaciones de la teoría debe tener un valor de masa idéntico en todos / los modelos. Así, por ejemplo, la Tierra en los modelos Tierra-Luna, Tierra-Sol, Tierra-Mercurio, etc...(46)

La dinámica real, pues, de una teoría científica se produce llevándose a cabo una ampliación de su campo de validez mediante el anmento del número de aplicaciones admisibles dentro del mundo real. Se podría decir que el mundo real consta de una serie de sistemas que pueden ser posibles modelos de la teoría si se extienden a ellos las funciones teóricas del núcleo de la teoría.

Los modelos que cumplen determinadas exigencias impuestas por las condiciones de ligadura, se convierten en aplicaciones admisibles/ de la teoría, de manera que "cuando las aplicaciones están unidas unas a otras mediante condiciones de ligadura, al igual que las sentencias reductivas lo están por la repetida aparición de un término teórico, / resultan ser capaces de especificar, por una parte el modo en que deben ser aplicados los conceptos teóricos y, por la otra, un cierto contenido empírico de la teoría misma" (47).

La postura de Sneed introduce, pues, algunas consideraciones interesantes en la cuestión de la naturaleza y estructura de las teorías. Así, por ejemplo, ya hemos visto una: la eliminación de la coincidencia entre una teoría y su formulación; una teoría no sería, según esta concepción, un sistema de enunciados.

Además, su punto de vista tiene considerables consecuencias

para el análisis de las diferencias entre teorías matemáticas y teoría empíricas. Según la concepción clásica, la diferencia entre teorías matemáticas y teorías empíricas vendría dada por el hecho de que mientras aquellas pueden encontrar varios modelos que la satisfagan (recuérdese el célebre ejemplo de las geometrías no euclidianas), las teorías empíricas sólo pueden tener un único modelo.

Para Sneed, por el contrario, las teorías científicas son / estructuras conjuntistas que pueden ser interpretadas (todas: las empíricas y las matemáticas) por diversas clases de modelos. La diferencia entre teorías matemáticas y empíricas estribaría en que mientras los / axiomas de una teoría matemática expresan explícitamente todas las condiciones que debe reunir el sistema para que le sea aplicable la teoría, en las teorías empíricas los modelos posibles deben satisfacer determinadas condiciones de ligadura para poder ser modelos que formen parte de las mismas. No basta comparar un modelo con su teoría, como en las matemáticas; es preciso comparar unos modelos con otros para ver si es tan relacionados del modo que exigen esas condiciones de ligadura que van a determinar las aplicaciones aceptables de la teoría.

De este modo, una teoría no es un conjunto de enunciados, ni siquiera un conjunto de fórmulas que puedan ser interpretadas mediante un modelo real único. Al formularse la teoría mediante un predicado conjuntista, tal predicado puede aplicarse a multitud de cosas diversas; / en general, puede decirse que habrá un número indefinido de sistemas / distintos que son modelos de la teoría.

De este modo, Sneed aproxima las teorías empíricas a las teorías matemáticas, inclinándose hacia posturas muy próximas a la de Quine, cuando éste niega la distinción entre enunciados analíticos y empíricos.

ciados sintéticos (48).

¿Cuál es, entonces, la estructura de una teoría científica?

Sneed establece que una teoría científica canónica está constituida por los siguientes elementos:

- Un núcleo teórico estructural, que define un predicado conjuntista mediante una serie de axiomas

+ Un conjunto de aplicaciones del núcleo estructural. Mien-/tras el núcleo define la estructura matemática de la teoría, el conjunto de aplicaciones determina los sistemas parciales que caen bajo el / campo real de la misma. En un lenguaje conjuntista informal se podría decir que:

"X" es una teoría científica empírica s y ss hay H y A tales que:

$$1.- X = \{H, A\}$$

2.- H es un núcleo teórico

3.-  $A \in Ad(H)$ .

(Como es de suponer,  $Ad(H)$  simboliza la clase de aplicaciones admisibles del núcleo teórico estructural).

La importancia de cada uno de estos elementos podría, quizás verse mejor si examinamos un ejemplo de teoría científica, analizado / por Sneed como prototipo: la Mecánica Clásica de Partículas.

Se puede caracterizar el núcleo estructural de esta teoría / mediante una axiomatización informal que define explícitamente el predicado conjuntista que corresponde a su estructura matemática. (Mediante la axiomatización informal se caracterizan directamente los modelos que pueden comportarse de acuerdo con la estructura matemática determinada por los axiomas. La axiomatización en un lenguaje completamente /

Formal sólo delimita la estructura matemática mediante definiciones implícitas y exige que se determine posteriormente, mediante una interpretación, los modelos de la teoría. En los modelos tradicionales, en una teoría completamente axiomatizada habría una estructura definida en un lenguaje completamente formal y, posteriormente, se le añadiría el modelo (49)).

Según Sneed la Mecánica Clásica de Partículas quedará definida en su núcleo estructural por el siguiente predicado conjuntista:

"X" es una Mecánica Clásica de Partículas s y n hay E, T, s, m, f, tales que:

$$1.- X = \{E, T, s, m, f\}$$

$$2.- E \neq \emptyset \text{ y } E \text{ es finito}$$

$$3.- T \text{ es un intervalo de números reales}$$

$$4.- s: E \times T \longrightarrow \mathbb{R}^3 \text{ y para cada } p \in E \text{ y cada } t \in T, D^2 s(p, t)$$

existe.

$$5.- m: E \longrightarrow \mathbb{R}^+$$

$$6.- f: E \times T \times \mathbb{R}^3 \longrightarrow \mathbb{R}^3 \text{ y para cada } p \in E \text{ y } t \in T:$$

$T: \sum f(p, t, i)$  es absolutamente convergente.

$$7.- \text{ Para cada } p \in E \text{ y } t \in T: m(p) \cdot D^2 s(p, t) = \sum_{i \in \omega} f(p, t, i).$$

Los seis primeros axiomas determinan la clase de todos los modelos posibles de la teoría que se está definiendo por el predicado "Mecánica Clásica de Partículas", mientras que el último de ellos representa la segunda ley de Newton, piedra angular de la Mecánica Clásica ( $f = m \cdot a$ ); es decir, el modelo o los modelos reales de una Mecánica Clásica de Partículas que existen.

El simbolismo empleado representa lo siguiente: E = espacio; T = tiempo; s = posición; m = masa; f = fuerza; p = partícula y la ace

teración mediante  $D^2 s(p,t)$ , esto es, la segunda derivada de la posición respecto al tiempo;  $\omega$  es el conjunto de los números naturales. (50)

En este núcleo estructural quedan definidos tres tipos de modelos para esta estructura matemática

a) Mpp: la clase de todos los modelos parciales potenciales de la teoría; esto es, aquellos modelos de los que tiene sentido preguntarse si cumplirán las determinaciones del predicado conjuntista que se está definiendo. Esta clase está constituida por las entidades a las que se podría aplicar la teoría y que pueden ser descritas utilizando exclusivamente un vocabulario no teórico.

Así, tiene sentido preguntarse si una cinemática podría ser explicada por la teoría mecánica cuyo núcleo estructural queda descrito, independientemente de que pueda ser descrita sin recurrir a los conceptos teóricos de "m" y "f". Si en el núcleo estructural expuesto anteriormente eliminamos los conceptos "m" y "f" y nos quedamos exclusivamente con los axiomas 1-4, tendremos una cinemática o modelo potencial parcial de la teoría denominada "Mecánica Clásica de Partículas".

b) También quedan definidos los modelos reales obtenidos a partir del subconjunto Mpp, que cumplen las leyes de la teoría, después de haber experimentado las extensiones teóricas.

c) Por último cabe también destacar el conjunto de modelos posibles, Mp, de la teoría, constituido por los modelos que se obtienen al añadir las funciones teóricas apropiadas ( en nuestro caso "m" y "f") antes de la aplicación de las leyes fundamentales de la teoría.

Un elemento del conjunto Mpp pasará a ser un elemento del conjunto Mp mediante su adecuación a las restricciones impuestas por las condiciones de ligadura. Estos modelos parciales tienen una impor-



tancia extraordinaria en el proceder real de la ciencia; como afirma / Kuhn, "una gran parte de la educación científica, al menos en la Física consiste en enseñar al estudiante a hacer la transición de los modelos parciales potenciales a los modelos parciales" (51)

La importancia de los modelos posibles puede entenderse si nos damos cuenta de que la imaginación creadora del científico se prueba en la piedra de toque de la capacidad para hallar elementos de  $M_p$  / que correspondan a elementos de  $M_{pp}$ , de los que en principio sea muy / difícil darse cuenta de que pueden responder adecuadamente a la aplicación de las funciones teóricas de las teorías y las restricciones de / sus condiciones de ligadura. Así, por ejemplo, en nuestro caso, haberse dado cuenta, en los primeros tiempos de utilización de la Mecánica newtoniana, de que una cuerda en vibración o una membrana que vibra / puedan constituir aplicaciones de núcleo estructural de esta teoría.

Por ello, en el núcleo estructural está incluida también una función que asigne a cada modelo posible el modelo posible potencial / que tiene su mismo dominio y sus mismas funciones no teóricas y carece de las funciones teóricas correspondientes.

Finalmente, el núcleo estructural contendrá también la clase de los conjuntos de modelos posibles que están ligados entre sí por / las condiciones de ligadura.

J. Mosterín afirma: : "X" es un núcleo estructural s y ss hay  $M_{pp}$ ,  $M_p$ ,  $M$ ,  $r$  y  $C$  tales que:

- 1.-  $X = \{M_{pp}, M_p, M, r, C\}$
- 2.-  $M_{pp}$  es una clase de modelos posibles parciales
- 3.-  $M_p$  es una clase de modelos posibles
- 4.-  $M$  es una clase de modelos tal que  $M \subset M_p$

5.-  $r: M_p \rightarrow M_{pp}$

6.-  $C \subset P M_{pp}$  y para cada  $x \in M_p : \{x\} \in C$ . (52).

Junto al núcleo estructural la teoría contiene un conjunto / de aplicaciones, constituido por las aplicaciones primeras paradigmáticas a partir de las cuales se consideró históricamente que la teoría / científica correspondiente estaba en principio validada y los sucesivos sistemas o situaciones que parecen poder explicarse mediante ella, conforme se ha ido produciendo el desarrollo real de la propia teoría científica.

El sistema planetario del sol, el sistema formado por los / cuerpos en caída libre en la tierra, el sistema formado por los péndulos y la tierra, el sistema de las palancas, el de las balanzas, etc., constituyen las aplicaciones de la teoría llamada "Mecánica Clásica de Partículas"; y hay que señalar que aprender una teoría científica es aprender las aplicaciones sucesivas en un orden adecuado y el uso de la misma será diseñar aplicaciones nuevas. Todas las distintas aplicaciones comparten una ley o leyes básicas (en nuestro caso se trata de séptimo de los axiomas propuestos,  $f = m.a$ ) y un conjunto de condiciones / de ligadura.

Kuhn, apoyando la tesis de Sneed sobre la estructura de las teorías científicas afirma: "si una teoría, como por ejemplo, la mecánica newtoniana, tuviera una aplicación única (por ejemplo, la determinación de las proporciones entre las masas de dos cuerpos unidos por / un muelle) entonces la especificación de las funciones teóricas que la teoría proporciona constituiría un círculo vicioso, y, en correspondencia, la aplicación sería vacía. Pero desde el punto de vista de Sneed una aplicación aislada no constituye todavía una teoría, y cuando se /

conectan varias aplicaciones, la potencial circularidad deja de ser vi-  
ciosa porque las condiciones de ligadura la distribuyen por todo el con-  
junto de aplicaciones. Como resultado de esto, ciertos problemas a ve-  
ces fastidiosos cambian de forma o desaparecen del todo" (53).

A este respecto conviene resaltar que la concepción clásica  
enunciativa admite un modelo único (el modelo "cósmico") para la teo-  
ría científica. Sneed pretende que los conceptos teóricos no pueden /  
aprenderse, ni se les puede dar significado, si no es dentro de la pro-  
pia teoría, después de presupuestas algunas aplicaciones de la misma.  
Del mismo modo, podría entenderse mejor el proceso de extensión de las  
teorías que hayan sido usadas previamente en algunas aplicaciones que/  
servirían como guías en la especificación de las funciones o conceptos  
teóricos, mediante las condiciones de ligadura.

Por ello, Sneed entiende que no basta con sustituir la concep-  
ción enunciativa clásica de las teorías científicas por una concepción  
de las mismas como predicados conjuntistas, sino que hay que darse cu-  
ta de que la especificación adecuada de una teoría debe incluir la es-  
pecificación de algún conjunto de especificaciones paradigmáticas. La/  
teoría abarca, dentro de su seno, un conjunto de aplicaciones distintas.  
Algunas aplicaciones, por su parte, exigirán la existencia de un núcleo  
expansionado que añada leyes especiales al primitivo núcleo estructural  
de la teoría.

"Dos personas que se suscriben a dos núcleos estructurales /  
distintos poseen, por eso mismo, teorías diferentes. Sin embargo, si /  
comparten la creencia en un núcleo estructural y en ciertas de sus /  
aplicaciones paradigmáticas, entonces son partidarios de la misma teo-  
ría, aunque sus creencias relativas a las expansiones permisibles di- /

fieran en buena medida" (54).

De esta manera, la nueva concepción de Sneed pretende dar / cuenta de un modo más adecuado que la concepción clásica enunciativa, / de la dinámica de las teorías: cuando se abandona un núcleo estructural se abandona la teoría correspondiente. No ocurre así, por el contrario, cuando debe ser abandonado un núcleo expandido por la refutación experimental de una afirmación que haga la teoría en su proceso de extensión.

Mediante la concepción de la dinámica de las teorías como progresiva acumulación de aplicaciones admisibles, se consigue dar una explicación de la evolución de las teorías muy acorde con los últimos estudios sobre los cambios de estas, haciendo depender los mismos de factores históricos y pragmáticos, sin que por ello se renuncie al aspecto lógico y matemático del problema.

De este modo se explica que determinados hechos que no adopten el comportamiento predicho por una teoría no refuten la misma, tal como Kuhn y Feyerabend, entre otros, han explicado (55). Cuando ciertos hechos no se comportan del modo previsto en la teoría, se puede / concluir que el sistema al que pertenecen estos hechos no constituyen un modelo que sea una aplicación real admisible del núcleo estructural de la teoría; simplemente esto.

De acuerdo con esto, puede explicarse la práctica de que, tal como dice Braithwaite, "hablando en general, sólo se rechaza una hipótesis cuando se tiene ya otra dispuesta a ocupar su puesto. Mucho antes de que Einstein propusiera su teoría de la gravitación se sabía que la de Newton sola no podía dar cuenta del movimiento que se observaba en el perihelio de Mercurio, pero no se destronó la teoría newtoniana has

ta que la de Einstein no estuvo a mano para colocarse en su lugar"(56)

Además de lo indicado, la concepción de Sneed parece poseer otra ventaja muy interesante respecto a la concepción tradicional de / las teorías científicas: nos referimos a una nueva forma de abordar el problema de la distinción entre conceptos teóricos y no teóricos, distinción de Carnap que ha suscitado una serie de enfadosos problemas en la Filosofía de la Ciencia.

En esta nueva concepción, la distinción teórico/no teórico no es commensurable con la tradicional distinción teórico/observacional. Un término es teórico sólo si puede ser aprendido y explicado cuando / se presupone algunas aplicaciones de la teoría; cuando solo pueden ca racterizarse desde dentro de la teoría (tal, por ejemplo, la masa o la fuerza en la Mecánica Clásica de Partículas) mientras que un término / será no teórico cuando pueda ser interpretado sin necesidad de recurrir a la teoría en la que aparece.

"Un concepto  $f$  de una teoría es  $\theta$ -no teórico si y sólo si / ocurre que en todas sus aplicaciones los valores de las funciones correspondientes a  $f$  pueden ser obtenidos sin hacer uso de ninguna aplicación de la teoría  $\theta$ . Y un concepto  $f$  de una teoría es  $\theta$ -teórico si y sólo si ocurre que al menos para la obtención de un valor de una / función correspondiente a  $f$ , en una aplicación determinada de  $\theta$ , es ne cesario recurrir a alguna otra aplicación de  $\theta$ ."(57)

La concepción de Sneed sobre las teorías científicas recoge la tradición empírica inglesa, que siempre exige un modelo para una teoría, frente al modelo científico tradicional francés que se basa exclu sivamente en las puras relaciones formales. Así, por ejemplo, se opo- ne a la concepción de Duhem, para quien el modelo no formaba parte de

la estructura de la teoría. Por el contrario, Sneed se encuentra muy próximo a concepciones como la de Campbell, quien junto a las hipótesis y diccionario de la teoría exigía como elemento imprescindible de esta una analogía empírica; de parecer similar es Harré.

De modo muy general, que habría de matizarse adecuadamente, se podría decir que las concepciones de las teorías al estilo de Duhem Hempel, etc... suministran interpretaciones de tipo "caja negra", mientras que las del estilo de Campbell, Harré, Sneed, etc... se acomodan más a teorías de tipo mecánico y no meramente funcionales.

Las crisis científicas, nos parece, se explicarían mejor desde la concepción de Sneed que desde la concepción tradicional; en esta última interpretación la anomalía difícilmente entra en conflicto con la teoría, pues puede ser simplemente un modelo que no es válido para la misma; en la perspectiva de Sneed, las teorías deben ir adquiriendo aplicaciones nuevas que, al buscarse, pueden crear anomalías.

#### ALGUNAS DIFICULTADES DE LA INTERPRETACION NOMOLOGICO DEDUCTIVA DE LA EXPLICACION CIENTIFICA

##### a.- Explicar y predecir.-

Permitásenos aún hacer otra serie de consideraciones acerca de los dos tipos de interpretación examinados anteriormente sobre las teorías científicas y las dificultades del primero de ellos.

Nos parece que la interpretación de las teorías científicas/ como sistemas hipotético deductivos no hace justicia al carácter explicativo que toda teoría pretende tener. Como hemos dicho, no se trata / sólo de describir los fenómenos, sino de explicarlos. Pero en la interpretación de las teorías científicas como sistemas hipotético deducti-

vos, teniendo en cuenta como modelo canónico de la explicación el modo lógico deductivo, se queda en el aire algo que debe formar parte de / la naturaleza de una teoría científica.

En efecto, nos parece que, desde el punto de vista de las interpretaciones de las teorías como sistemas hipotéticos deductivos, explicar se reduce a predecir. El modelo de explicación propuesto se reduce en definitiva a lo siguiente: "si ocurriera  $c_1 \dots c_2 \dots c_3 \dots c_n$ , ya que damos por supuestas las leyes  $L_1 \dots L_2 \dots L_3 \dots L_n$ , entonces debería ocurrir esto y lo otro". Mediante la aplicación estrictamente formal / de la regla "Modus Ponens" las relaciones hipotético deductivas puede predecir cómo ocurrirá el consecuente, esto es, cómo se producirá el / comportamiento del fenómeno correspondiente; pero esto no es explicar-lo.

No es impensable, ni mucho menos, que se puedan dar dos teorías alternativas, capaces de predecir, con el mismo alcance predictivo, un mismo campo de fenómenos y, sin embargo, no tengan el mismo poder explicativo. La teoría de Ptolomeo sobre el movimiento de los cuerpos celestes, por ejemplo, tenía el mismo o mayor alcance predictivo / que la teoría copernicana en el siglo XVI. Sin embargo, fue abandonada por los astrónomos de la época porque Copérnico explicaba de un modo / más satisfactorio el movimiento de los astros. En efecto, Copérnico no describía ni predecía mejor que los partidarios de Ptolomeo la posición de los astros en el firmamento; sin embargo, desde los presupuestos de la propia teoría, Ptolomeo hacía una serie de deducciones de un modo explcativo menos satisfactorio; predictivamente, pues, la teoría copernicana no era superior, pero explicativamente sí se la consideró preferible. Predicción y explicación son cosas, pues, distintas.

Hemos visto también cómo la teoría del flogisto predecía los fenómenos que ocurrirían y describía las transformaciones químicas de que se ocupaba prácticamente con el mismo alcance predictivo que la / teoría de la combustión de Lavoisier; sin embargo se derrumbó porque / su capacidad explicativa era inferior; no pudo soportar la competencia científica de su rival. De no intervenir el aspecto explicativo no tendríamos razón, entre otras cosas, para preferir una teoría mecánica / (que no tiene por qué ser mecanicista) a una teoría fenomenológica.

Lavoisier explicaba mejor que G.E. Stahl cómo se producía el enmohecimiento y la reducción de los metales y al mismo tiempo hacía / compatible su explicación con la interpretación de las restantes reacciones que se irían estudiando en Química a lo largo del tiempo. Podríamos decir que su explicación tenía mayor alcance extrateórico que la teoría del flogisto.

Quedarse reducido a entender las teorías científicas como / sistemas hipotético deductivos, cuyos modelos se caracterizarán en un lenguaje informal posteriormente, es correr el riesgo de quedarse sin defensa frente a la falacia del "post hoc, ergo propter hoc".

Las relaciones que se dan entre los enunciados de una teoría si dejamos reducida la naturaleza de esta a la de un sistema hipotético deductivo, son meras relaciones lógicas y matemáticas. Sin embargo, / desde el momento que el científico intenta explicar unos fenómenos observables recurriendo a unas entidades inobservables, da por supuesta la "influencia" de estas sobre aquellos; esta influencia no puede identificarse en la consideración meramente sintáctica de las teorías. Un sistema hipotético deductivo desconoce de modo absoluto el vínculo causal; el modelo nomológico de la explicación sólo podría reducir las re



laciones entre los elementos de la teoría a la aplicación de la regla Modus Ponens.

Como hemos venido sosteniendo, hay una diferencia entre predicción y explicación. Explicación, en cierto modo, es sinónimo de argumentación; pero una predicción se piensa más como una aserción que como una argumentación. En la teoría científica hay detrás de la predicción algo que la convierte en "deducción explicativa" y que no queda reflejado en el modelo nomológico deductivo. Por ejemplo, mientras es necesario que el explanandum de una explicación sea verdadero, ya que de lo contrario no habría nada que explicar, es posible que una predicción sea falsa y sin embargo sea admisible en cuanto predicción.

Bien, se nos dirá, pero precisamente el explanandum de las predicciones que caen bajo el modelo hipotético deductivo se caracteriza porque está sometido a leyes. "Mañana lloverá", enunciado así, sin más, es una predicción y no entrará dentro de un modelo hipotético deductivo, porque simplemente es una aserción. Pero las predicciones a que se refiere la teoría científica están basadas en leyes. Precisamente, lo que permite llamar legal a un enunciado es su posición dentro de un cuerpo de conocimientos existentes, relacionados con él. Sólo en este caso se puede hablar de una teoría. Si no forma parte de una teoría no se puede entender un enunciado como una ley.

De este modo, argüiremos, se corre el peligro de caer en un círculo en el cual definimos las leyes porque forman parte de una teoría y una teoría porque está integrada por leyes. Además, no se puede hablar, por ejemplo, de un modelo de deducción sintáctico al cual, después, se aplica una interpretación, ya que, en cierto modo, la interpretación que se tiene de los fenómenos determina qué enunciados deben

ser tenidos en cuenta como modelos sintácticos de la teoría.

En efecto, el "significado" de los términos de la interpretación, que sería posterior lógicamente a la proposición de la estructura sintáctica, interviene activamente en la selección de esta. Así, por ejemplo, se puede decir con Lambert-Brittain: "para muchos contemporáneos del siglo XVI la hipótesis heliocéntrica de Copérnico era la "paradoja copernicana"; pues era prácticamente parte del significado de la palabra "tierra" que este planeta fuera el centro del universo"(58)

Es claro que, en cierto modo, esto determinaba la distribución de los enunciados sintácticos y cuales de ellos entrarían a formar parte de la armazón lógica de la teoría; al mismo tiempo, excluía todos aquellos que pudiesen sugerir que el mismo elemento sintáctico (al que correspondiese la interpretación "tierra") entrase a formar parte de ciertos enunciados, como, por ejemplo, aquellos en los que tal elemento fuese sujeto del predicado diádico "girar en torno de".

#### b.- Relaciones lógicas y relaciones explicativas.-

Más es de esperar que las pretensiones explicativas de una teoría científica no se reduzcan a las meras relaciones lógicas existentes entre los fenómenos que enuncia en los explananda y cada explanans a que se recurra para explicarlos. La relación lógica de "condición suficiente" no se identifica en ningún modo con la relación empírica "causa-efecto". Un ejemplo bastará, a nuestro parecer, para esclarecer lo que estamos diciendo. Tengamos el enunciado "si llueve la calle se moja"; las relaciones lógicas establecidas entre los enunciados "llueve" y "la calle se moja", unidos por el funtor "si...entonces", corresponden a la implicación, a la condición suficiente; si examinamos la tabla de los valores de verdad de la implicación veremos que, aunque

ambos enunciados fuesen falsos, la inferencia sería válida, porque la tabla de verdad indica que "falso y falso dan verdad". Como puede verse, pues, estamos muy lejos de lo que se pretende decir desde el punto de vista empírico, cuando afirmamos que la lluvia es la explicación de que la calle está mojada.

Desde este punto de vista, la teoría de Sneed nos parece más acertada, puesto que insiste sobre las aplicaciones admisibles que son modelos del núcleo estructural como componente esencial de la teoría; así, estas aplicaciones admisibles, por ejemplo, por sus mismas condiciones de ligadura exigen una interpretación semántica que deje cabida a la relación causa-efecto; de este modo, cuando los sistemas modelos son reales, las relaciones empíricas quedan recogidas y cuando los modelos son puramente matemáticos, al estar explicitadas las condiciones de dichos modelos en el núcleo estructural para las teorías matemáticas, estas quedan reducidas a la pura deductibilidad.

Hemos de decir que la consideración de cuál sea la causa que provoca un efecto está en función de la teoría a través de la que el fenómeno se interpreta. En el fondo, la causa es aquello que hace inteligible el fenómeno; por eso una verdadera explicación debe recurrir a la consideración de las causas.

#### c.- Teorías y causas.

En cuanto se sobrepasa el puro ámbito formal de la teoría / abstractamente considerada ( $E = \{A, \vdash\}$ ), la interpretación que se da de las relaciones entre los elementos de la teoría introduce unas consideraciones empíricas que son sobreabundantes a la pura conexión formal ejemplificada por la implicación lógica.

A veces, en el inicio del estudio de fenómenos nuevos, el /

científico se reduce a llevar a cabo unas interpretaciones que acentúan la dimensión de la experiencia, la medida y el cálculo, dando la apariencia de que "no hace falta explicar"; parece como si la explicación hiciese quiebra. Pero esto no es más que la consecuencia de hallarse en un estadio en el que la teoría todavía tiene un carácter predominantemente fenomenológico.

Sin embargo, poco a poco, la teoría estará llamada a convertirse en representacional, lo que hará que en el ideal de la explicación científica, en la teoría asentada históricamente, la causa no sea un huésped molesto, llamado a desaparecer. Lo que ocurre a menudo es / que en el curso de las transformaciones sufridas por el objeto natural al convertirse en objeto científico, esto es, en el paso de lo material concreto a lo lógico abstracto, la noción "ingenua" de causalidad se / va viendo progresivamente abandonada en beneficio de los cálculos matemáticos. Por otro lado, como la definición operatoria identifica prácticamente el objeto científico con su medida, se atribuye a efectos / prácticos la "acausalidad de la medida" al propio objeto. Desde tal / punto de vista, y considerando exclusivamente el aspecto matemático de las teorías científicas, se podría decir con Poincaré que el mundo pue de asemejarse a una ecuación diferencial.

Pero toda teoría científica contiene un cálculo interpretado. La dimensión semántica de la teoría no permite que se pueda prescindir tan fácilmente como a veces se ha pensado, de la causalidad para la ex explicación científica. No siendo la relación de causalidad una relación estrictamente formal, no puede quedar recogida en la dimensión sintáctica de la teoría. En esta dimensión la causa puede confundirse con la / propia relación lógica de implicación o de obtención a través de un /

cálculo. Sin embargo, la explicación exige algo más que esta pura dimensión sintáctica.

En este sentido la noción de causa es tan necesaria para la ciencia como para la filosofía. Lo que nos parece interesante es hacer una serie de precisiones en función de las cuales la noción de causa / no es algo independiente de la teoría en la que se pretende explicar / el fenómeno correspondiente. Esto es: como veremos, qué sea la causa y qué sea el efecto estará en función de la teoría correspondiente en relación con la cual el fenómeno se hace inteligible. (59)

De hecho parece a veces que la concepción de un encadenamiento causal entre los fenómenos haya quedado desterrada de la ciencia en los últimos años; sobre todo en las teorías referentes al mundo micro-físico; sin embargo, esto ha sido entendido a veces erróneamente y se ha concluido como si la ciencia prescindiera, de modo conscientemente / buscado, del vínculo causal.

Creemos que no es esto lo que ha ocurrido; más bien pensamos que la interpretación científica de la relación causa-efecto ha variado; pero esta variación no significa que la causalidad haya sido eliminada de la ciencia. No se niega que lo que se llama causa esté conectado con lo que se llama efecto; lo que ocurre es que se afirma que esta conexión "se debe a que muestras teorías lo conectan y no a que una cola cómica mantenga fuertemente unido el mundo. El mundo puede estar / fuertemente unido por imponderables, pero esto es irrelevante para la comprensión de la explicación causal"(60)

La comprensión de la explicación causal exige que la explicación no se agote en las relaciones puramente deductivas que predica la interpretación de las teorías científicas como sistemas hipotético-de-

ductivos; nos parece que esta interpretación, aunque puede recoger en su espíritu todo lo que llevamos dicho, al no acentuar suficientemente la dimensión semántica frente a la puramente sintáctica de las teorías deja sin señalar suficientemente algo que nos parece muy importante. Como afirma Wittgenstein, "(la ciencia) habla del sistema y no de lo que el sistema representa" (61).

Veamos esto un poco más detenidamente. Si un conductor conduce embriagado por la carretera y, saliendo de ella, choca contra un poste kilométrico encontrando la muerte en el accidente, el fenómeno / ocurrido y la causa del mismo serán considerados de diferente manera / por parte del juez encargado del caso, del médico forense que certificó la muerte y del ingeniero constructor del vehículo, que aboga por la obligatoriedad del cinturón de seguridad en los turismos.

En efecto, al juez lo que le interesa como causa del accidente es, tal vez, el estado de embriaguez del conductor: el conductor es estaba embriagado, porque estaba embriagado se salió de la carretera, etc, etc...

Para el médico, por el contrario, la causa de la muerte es- / tribó en el paro cardíaco que se le produjo al accidentado como consecuencia de una serie de fenómenos fisiológicos que se iniciaron con el fuerte traumatismo sufrido en el choque, etc...etc... Mientras que para el ingeniero, la causa puede ser el choque frontal del coche contra el obstáculo: debido a la gran velocidad, y por efecto de la fuerza de inercia, el conductor fue arrojado hacia adelante contra el parabrisas etc...etc... incluso podría abogar porque la causa de la muerte fue el descuido en abrocharse el cinturón de seguridad, si intenta que el consejo directivo de su empresa le ascienda, al aumentar considerablemente

las ventas de los cinturones de dicha compañía, gracias a su publicidad.

En definitiva, cada uno entiende como causa del accidente algo distinto, y a no ser que seamos defensores a ultranza del fisicalismo, habría que concluir que cada uno acierta en la atribución de la causa que propone para explicar el fenómeno. Y es que, en el fondo, lo que se entiende por causa está en función de la teoría a partir de la cual se pretende explicar el fenómeno. Así, pues, el mismo hecho puede ser considerado de modo diferente, esto es, como fenómeno distinto, desde diversas teorías y, como consecuencia de ello, la causa del fenómeno / será distinta en un caso o en otro.

Un físico, para ser consecuente con las teorías que utiliza en la interpretación de los fenómenos, no puede tomar en cuenta en su explicación la embriaguez del sujeto; en su teoría el estado de embriaguez no tiene nada que ver con las fuerzas físicas mediante las que intenta explicar el fenómeno; sin embargo, por ejemplo, en otra teoría / biológica, muy primitiva, quizás se habría podido decir que la "fuerza del sujeto se encuentra debilitada en estado de embriaguez y por esto ...etc....etc...."

De donde cabe concluir que aquello que denominamos causa de algo es un concepto que está cargado de teoría y está en función de / aquella a la que pertenece. No sabemos si existe un encadenamiento causal del universo, independientemente de nuestra interpretación teórica pero si existe no es relevante para la ciencia, porque ésta explica el universo a través de teorías: las causas, para la ciencia, pertenecen a las teorías y no al universo.

Las teorías son esquemas y simplificaciones de la realidad y

ocurre que, en efecto, como decía Hume, no podemos encontrar en la realidad la conexión causal, la "influencia" de la causa sobre el efecto. Pero es que "efecto" y "causa" hacen referencia a una teoría, sólo son inteligibles en el contexto de alguna forma de teoría que garantice la inferencia de la una al otro. "El efecto y la causa, lejos de designar eslabones de un encadenamiento de sucesos, apuntan a una maraña de nociones teóricas, información y modelos de experimentos entrelazados". (62)

"Las leyes causales no se construyen de esta forma: ( A luego  $B_1$  ), ( A luego  $B_2$  ), ( A luego  $B_3$  ), por consiguiente todos los sucesos A son seguidos por sucesos B. Así se oscurece el papel de las leyes / causales en nuestras concepciones del mundo físico. No se trata meramente de que no se haya encontrado ninguna excepción; hasta cierto punto no estamos preparados conceptualmente para admitir una excepción; esta sacudiría la Física en sus fundamentos; nuestros esquemas conceptuales se tambalearían o se desmoronarían"(63).

En definitiva, hablar de causa y efecto no significa que el Universo esté encadenado mediante lazos inobservables e inefables, sino que se está observando el fenómeno desde una teoría construida mediante la experiencia y la reflexión y en la cual algún aspecto relevante de dicho fenómeno explica otro aspecto relevante del mismo.

Decir que A es causa de B es considerar a A como un término explicativo, cargado de contenido teórico. Como afirma Hanson, no es un "destello luminoso", al fin y al cabo una sensación, lo que produce el retumbar del cielo; es un "relámpago" lo que produce el "trueno" ( o mejor, ambos son producidos por otro constructo teórico). Pero "relámpago" y "trueno" son términos cargados de teoría; lo mismo que "choque" /



elástico" o "paro cardíaco", por ejemplo.

Conforme vayamos remontándonos a teorías más abstractas, más cargada de teoría estará la relación causa-efecto; "ver" la causa de / los movimientos de las estrellas o la de la incandescencia del filamento de una bombilla eléctrica exige la iniciación teórica elaborada que permita "entender" el fenómeno.

La problemática planteada por la causalidad podemos situarla en la cuestión de explicar cómo expresiones descriptivas se ponen en / relación con otro conjunto de descripciones; y esto se produce en el / retículo explicativo de una teoría. "La estructura causal del universo, si existe, no puede entenderse simplemente por la enumeración de pares de sucesos al estilo de Noe, para compendiarlos a continuación en una fórmula general... los pares de sucesos coincidentes no están ligados por ninguna teoría acreditada y no nos causaría gran inquietud que a / uno de los dos sucesos del par no le acompañara el otro" (64)

Pero recurrir a la situación de un concepto teórico en una / cadena deductiva para explicar exclusivamente por ello su condición de causa no es suficiente. La causa no es sólo el antecedente de un razonamiento en cuya conclusión aparece el efecto. La causa será aquello / que haga inteligible el efecto; y hacer inteligible algo es muy distinto a aparecer con prioridad en una cadena deductiva. Algo se hace inteligible tanto por la deducción como por la experiencia, tanto por la / sintaxis como por la semántica, tanto por la deducción como por la intuición.

Ya hemos visto cómo la causalidad no puede ser identificada a la implicación entendida en sentido "material". Las tablas de verdad de la implicación nos lo daban así a entender. Pero quizás conviniese

comparar el concepto de causalidad con la relación lógica de implicación formal; en este caso, pensamos, la identidad podría sostenerse, siempre que se admita que el fundamento por el que se mantiene que dado el antecedente no puede dejar de darse el consecuente es eminentemente semántico. Vale decir, formalmente habría que descomponer la estructura del antecedente de tal modo que quedase claro que el propio / antecedente "contiene" ya al consecuente. Algo así como si formulásemos " $p \wedge q \longrightarrow q$ ", y no simplemente como " $p \longrightarrow q$ ". De cualquier modo, esta estructuración del antecedente debería sacar a luz el hecho de que desde los presupuestos de la teoría correspondiente, el / consecuente (efecto) estaba ya "contenido" en el antecedente (causa) y esto sólo puede hacerse desde la dimensión semántica de la teoría correspondiente.

d.- El enfoque hipotético-deductivo y la dinámica de las teorías.-

Debemos tener en cuenta que a una teoría científica se la / considerará satisfactoria en cuanto tal si es capaz de responder a las siguientes preguntas:

- 1.- Si, de acuerdo con la misma, dadas ciertas condiciones, se podría haber esperado que ocurriera el hecho a explicar: esto es, la teoría debe ser predictiva.
- 2.- Si se encuentra conforme a los patrones de explicación considerados como paradigmáticos por la ciencia oficial establecida.
- 3.- Si tiene "contenido empírico", en el sentido de que pueda ser sometida a contrastación la explicación correspondiente.

Es claro que la interpretación de la explicación científica desde el modelo nomológico deductivo, dependiendo de una consideración

hipotético deductiva de las teorías atiende a la primera de las exigencias apuntadas; ya es más difícil admitir que cumpla la tercera de las condiciones, pues en la aplicación de un modelo nomológico deductivo / estricto caeríamos en las dificultades apuntadas por las paradojas de la confirmación expuestas por el propio Hempel ( quien para resolverla debe acudir a una hipótesis "ad hoc" que no se recogía en principio / en la propuesta del modelo nomológico deductivo) y Goodman. Y creemos, por último que no se atiende, en ningún modo, a la segunda de las exigencias apuntadas.

Pensamos que para llegar a entender la naturaleza de una teoría científica se necesita recurrir a su génesis y sus relaciones ex-/ trateónicas. Siempre se parte de algo que se supone que no necesita explicación para dar cuenta de aquello que la necesita. Sin embargo, las bases primeras de esta explicación (los axiomas de la teoría) necesitan encuadrarse en algo más, que "explique" por qué se los toma al menos como razonables; es decir, hay que atender a sus relaciones con un sistema representacional acerca de lo que es una explicación científica, la metodología de una explicación razonable, la coherencia con otras explicaciones teóricas vigentes, etc.... En definitiva, la pragmática de la teoría que influye notablemente sobre su semántica.

La interpretación de Sneed sobre las teorías científicas / atiende en mayor medida que la interpretación tradicional a la posibilidad de considerar la dimensión semántica y pragmática de las teorías. Las distintas aplicaciones que pueden irse acumulando a la teoría pueden dar razón de la evolución pragmática y semántica de la misma, así como de la evolución de la función de inteligibilidad que van prestando unos conceptos a otros; la aportación de nuevos sistemas como mode-

los de una teoría puede servir para ir afinando la significación de / los términos de la misma, con lo que se comprende más adecuadamente el modo como se consigue mantener la "unidad semántica" de la teoría, a pesar de extenderse a fenómenos de muy variada índole. Son las condiciones de ligadura las que permiten mantener esta unidad.

Por otra parte, teniendo en cuenta cómo el científico ha de atender al cumplimiento de unas condiciones de ligadura por parte de / los modelos reales que proponga para las teorías científicas, se puede entender un poco mejor el mecanismo de retroducción a través del / cual las teorías se van creando y ampliando (65).

Es innegable que las teorías científicas no consisten en una mera generalización de inducciones (66). También es cierto que la práctica científica no se puede asimilar a un proceso deductivo por el que sin más, se proponen unas hipótesis y luego se busca su confirmación. Las hipótesis son propuestas en virtud de algo, de una pragmática que hace razonable su proposición y que considera también razonable la explicación que se lograría dar en caso de ser concluyente.

" Todos los enfoques H-D (hipotético deductivos) coinciden / en que las leyes físicas explican los datos, pero oscurecen la conexión inicial entre datos y leyes; en realidad sugieren que la inferencia fundamental va desde las hipótesis de alto rango a los enunciados observacionales. Esto puede ser un modo de exponer las razones que tiene uno para aceptar una hipótesis, después de que ha sido propuesta, o para hacer una predicción, pero no es un modo de exponer las razones / para proponer o ensayar una hipótesis en un comienzo" (67).

La interpretación de los fenómenos objeto de la teoría, la / aplicación de una estructura conjuntista a un modelo real cuyo compor-

AMIENTO corresponde a ella no se elabora en un sistema deductivo preparado. Al científico no le interesa un sistema deductivo como tal, / donde los datos aparezcan como simples consecuencias de hipótesis previas. El científico busca una explicación de los datos, un esquema conceptual en el que estos se hagan inteligibles, no meramente deducibles en un sistema formal. La ciencia empírica matematizada sigue siendo / ciencia empírica, no puramente matemática aplicada. La matemática es un instrumento en el estudio de relaciones "reales"; aunque sea tan importante que determina la forma de pensar la realidad, sigue siendo un instrumento. Por tanto, el proceso por el que se consigue la inteligibilidad de los fenómenos mediante un modelo u organización en una estructura conceptual, escapa tanto a las explicaciones inductivas como al enfoque tradicional de las teorías científicas como sistemas hipotético deductivos, que se limita a consideraciones puramente formales.

Los distintos enfoques hipotético deductivos demuestran que la inducción no sirve para explicar el alcance y valor de las leyes generales, ni la construcción de teorías científicas. Las hipótesis no / nacen de la repetición constante de fenómenos; una teoría no es una / mera enumeración y posterior descripción de unos fenómenos. Los términos teóricos, al superar la dimensión meramente descriptiva y enumerativa, tienen su origen en algo distinto.

De acuerdo con el teorema de W. Craig, todos los conceptos / teóricos son en principio superfluos. Toda teoría científica puede dividirse en dos conjuntos de oraciones; en el primero de ellos se encontrarán aquellas oraciones que no poseen ningún término teórico; en el segundo conjunto las que lo poseen. Si la teoría reúne determinados requisitos y está rigurosamente axiomatizada, se pueden sustituir las /

oraciones del segundo conjunto por oraciones que pertenecerían al primero, pues prescindirían de tales términos teóricos; de este modo, la teoría seguiría teniendo la misma eficacia empírica.

Indudablemente, esto, interpretado como demostración de la superfluidad de los términos teóricos para los fines prácticos de la ciencia es un error; porque la teoría sustitutiva no puede ser manipulada prácticamente, debido al procedimiento de gödelización utilizado en su construcción. Pero hay más: hay unas relaciones inductivas entre los enunciados de la teoría originaria que quedan destruidos en la teoría sustitutiva. Pero, por otra parte, después de haberse señalado todas las correlaciones extrasistemáticas de un término teórico, mediante la especificación de todos sus observables, no se puede decir que se haya explicado todo el funcionamiento intrasistemático de tales términos. Muchas de las funciones intrasistemáticas de los términos teóricos no pueden reducirse a enunciados sobre elementos observables. Los términos teóricos ayudan a comprender los fenómenos no a describirlos.

Por otro lado, como se ha señalado por algunos autores, ambas teorías, la sustitutiva y la originaria, no se refieren a lo mismo; si una teoría, la originaria, se refiere a electrones, la sustitutiva se referirá a sus huellas visibles en una nube. La diferencia en cuanto a su correlato referencial impiden una identificación entre ambas teorías.(68)

Hanson afirma que el proceder del científico no queda resumido en el modelo nomológico deductivo de la explicación. Más bien lo que ocurriría sería lo siguiente: Se observa un fenómeno P que necesita explicación, pues no es inteligible por sí mismo; se considera que si una hipótesis H fuese cierta, P sería inteligible, es decir, sería ra-

zonablemente explicado; por tanto, se concluye, posiblemente II sea una hipótesis cierta. Veamos alguna de las consecuencias que esto comporta en la interpretación de la naturaleza de una teoría científica que se construirá a partir de II.

e, - el sistema representacional y la dinámica teórica. -

En el segundo paso del proceso antes apuntado, las calificaciones de "razonablemente explicado", "es inteligible", etc... nos hacen ver que hay presente algo que escapa a la pura teoría, considerada en sí misma, que no entrará en la exposición formal de ella, pero que, si embargo, la hace inteligible.

Una teoría coloca los fenómenos en un sistema, pero hay que darse cuenta de que se construye hacia atrás; la descripción de los fenómenos se hace siempre en relación a algún sistema de referencia. Podemos decir, quizás, que una teoría no se forma a partir de unos fenómenos, sino que es más bien ella la que hace posible observar el tipo de fenómenos que son y las relaciones que mantienen entre sí. No se busca un conjunto de objetos, sino un conjunto de explicaciones y estas explicaciones se producen porque se dispone ya de una idea acerca de los objetos a los que hacen referencia las futuras explicaciones; esto independientemente de que con posterioridad las ideas sobre estos objetos puedan ir cambiando como consecuencia de las explicaciones de las nuevas teorías y del alcance que vayan adquiriendo, conforme un núcleo extendido, al decir de Sneed, con leyes especiales nuevas, amplíe su aplicación en la realidad.

Como ya hemos dicho, si las hipótesis van a explicar un fenómeno, no pueden descansar sobre los rasgos del fenómeno que necesitan explicación; de lo contrario entraríamos en un círculo vicioso; pero /

sólo si dan cuenta de unos rasgos previamente interpretados en una teoría más amplia (perteneciente al sistema representacional) podremos decir que la teoría explica precisamente ese fenómeno y no otro; aunque, por supuesto, la teoría puede explicar también otros fenómenos.

Aunque la explicación deforme el concepto que se tenía del fenómeno en el sistema representacional, debe referirse a él; lo que ocurrirá será que, posiblemente, la teoría hará que después se lo observe de modo distinto. Una teoría es un conjunto de conclusiones en busca de unas premisas; al menos así ocurre en los estadios iniciales de tal teoría; pero la premisa puede hacer ver, con posterioridad, elementos de la conclusión que antes no se observaban; esto, sin embargo, no es óbice para que se sigan refiriendo a "lo mismo".

Puesto que hemos defendido que una teoría explica y no sólo describe o predice y que se necesita la comprensión de los fenómenos para poder hablar del poder explicativo de una teoría, debemos añadir que esta comprensión sólo se logra si, en relación a las explicaciones teóricas, se rebasa el puro plano intrateórico para situarla en el marco conceptual a partir del cual la teoría se ha construido. Lo que se da por supuesto en las teorías y que no aparece en ellas permite elegir entre teorías alternativas, en virtud de la superior capacidad de explicación de unas respecto de las otras.

Tengase en cuenta que, según la interpretación de Sneed, aquellos hechos que pertenezcan a un sistema que no encaje en las predicciones de una teoría pueden ser interpretados siempre como modelos que no caen bajo el alcance de ella; por tanto, nunca serían hechos que refutarían la teoría, si nos situamos en un punto de vista puramente intrateórico. Con ello, siendo una teoría irrefutable en sí misma y desde



si misma, hay que concluir que desde la pura consideración intrateórica todas las teorías tienen el mismo alcance: dan cuenta de todos los sistemas de los que dan cuenta, esto es, de los que se ajustan a los requisitos impuestos por la teoría.

El hecho de que, "a veces, el mayor alcance predictivo de una teoría vaya acompañado de una superior consideración científica, al / considerarsela capaz de dar mayores explicaciones, no identifica un / concepto con otro. En realidad, una teoría suficientemente vaga y ge- / neral puede tener un alcance predictivo superior a otras más reducidas en su ámbito de predicción (piénsese en el caso de los horóscopos, que siempre "aciertan"), sin embargo, esta última tendrá mayor considera- / ción científica porque "explicará" más; en otras palabras, será más / científica.

Un requisito similar juega el marco conceptual en el que se sitúa la teoría, en relación al requisito de la ampliabilidad de las / teorías científicas. En la interpretación tradicional de las teorías / científicas como sistemas hipotético deductivos, no se atiende suficien- / temente a la importancia del requisito de que las construcciones inter- / pretativas de las teorías deben ser ampliables. (69)

Si estas construcciones interpretativas no fuesen ampliables no se podría entender cómo las teorías pueden ir evolucionando y exten- / diéndose mediante leyes especiales que se les van incorporando. La / ciencia va englobando constantemente nuevos dominios; el conocimiento científico se va ensanchando continuamente; conceptos como los de "ma- / sa", "fuerza", etc... debieron irse liberando de connotaciones intuiti- / vas conforme se iba ampliando el campo de fenómenos que caía bajo el / dominio de la teoría científica de la que eran términos teóricos.

Precisamente, los científicos juzgan el acierto de una teoría por su ámbito de aplicación. Ejemplos como la ampliabilidad, por parte de Newton, mediante su Ley de Gravitación Universal, de la Ley de Caída de los Graves de Galileo, la ampliación de la Teoría Especial de la Relatividad, mediante la Teoría General, etc... son constantes en la / historia de la ciencia; y estos fenómenos exigen un mayor aprecio del que se les podría prestar desde una consideración de las teorías científicas como sistemas hipotético-deductivos. Desde esta perspectiva, el modelo de Sneed se presta mucho mejor que el resto de los formalismos a la reconstrucción dinámica de las teorías. El progreso de una / teoría tiene lugar, desde esta concepción, bien por el descubrimiento de nuevas aplicaciones, bien mediante un conjunto de expansiones del / núcleo estructural, que especifique mejor las condiciones que se imponen para ser un elemento de I.

Naturalmente, el requisito de la ampliabilidad exige que las nociones teóricas, dentro del marco estricto de la teoría, no sobrepasen su significación matemática de un modo directo; pero de hecho, desde la pragmática de la teoría, los términos y nociones teóricas se vestirán de un vestido intuitivo, de un ropaje psicológicamente necesario. Como decía Bachelard, no hay sistema formal sin una formalización; esto es, sin un procedimiento psicológico por el que, tras sucesivas reducciones, se desemboque en un sistema formal; pero en esas reducciones ha habido siempre "carne" en el concepto finalmente "descarnado", exclusivamente sintáctico, relacional. La matemática, explicitada en unos axiomas del núcleo estructural será, pues, el instrumento que conserve la constancia de los términos teóricos en la evolución de la teoría, / pero no agota el significado de estos términos teóricos.

CONSIDERACIONES SOBRE ALGUNOS REQUISITOS QUE DEBEN REUNIR  
LAS TEORIAS CIENTIFICAS

a.- La estructura deductiva

Como sabemos, cualquier conjunto de enunciados ( o leyes) / yuxtapuestos, sin más, no constituye una teoría. Esto es claro. Una / teoría científica, como cualquier otro sistema, debe poseer una estruc- / tura. Precisamente las leyes, al formar parte de la estructura de una / teoría científica trascienden el carácter de meros enunciados genera- / les; no son hipótesis aisladas, sino que versan sobre elementos inte- / grados en una estructura formal. La estructura de una teoría científ- / ca adopta la forma hipotético deductiva; esto es, las leyes que forman / el cuerpo de una teoría bien construida deben ser o supuestos iniciales / o consecuencias lógicas de los supuestos iniciales.

Una teoría científica consta de una serie de enunciados par- / cialmente ordenados por la relación de deducibilidad. La sistematiza- / ción y estructuración de las teorías científicas exigen una cierta uni- / dad sintáctica y semántica.

En una teoría científica elaborada las relaciones de deduci- / bilidad entre las fórmulas que la integran deben aparecer perfectamen- / te determinadas y los conceptos específicos de dicha teoría deben es- / tar distribuidos de tal modo entre las fórmulas de tal modo que ningun- / o de ellos quede aislado de los demás. Los conceptos claves de la teo- / ría, al ser recurrentes, permiten establecer la relación de deducibili- / dad que estructura la teoría.

Esto significa que los objetos sobre los que versa la teoría / deben estar interrelacionados por propiedades a las que refieren los / conceptos claves. Ningún concepto debe quedar aislado de los demás so-

pena de ser un concepto que no juegue ningún papel real en la teoría. / En las relaciones mutuas entre los conceptos, expresadas mediante fórmulas, se va precisando el significado de cada concepto. Esto queda re flejado en la exigencia de que en toda teoría científica, todo par de axiomas debe contener al menos un concepto primitivo.

Precisamente y en tanto una teoría formula unas relaciones / entre los conceptos primitivos, se exige que en toda teoría elaborada/ los conceptos primitivos maximalicen su grado de abstracción en la medida mayor posible. Cuanto más abstracto es un concepto, tantas más re laciones pueden establecerse entre él y otros conceptos; con lo que, / en principio, se podrá presentar dicho concepto en mayor número de fó mulas; vale decir, quedará más precisado el significado de dicho concep to.

Por lo demás, el grado de abstracción de un concepto está en relación directa con su extensión; de este modo se asegura un mayor al cance a la teoría y, por tanto, mayores posibilidades de refutación , cuanto más se consiga maximalizar el grado de abstracción de los con- ceptos primitivos.

En relación con esto podemos afirmar con Bachelard que no / existe una relación inversa entre la extensión y la comprensión de los conceptos científicos, como ha sido la teoría tradicional de la lógica en relación con los conceptos en general. "La extensión y la compren- sión lejos de ser inversas una de otra, como se expone en el problema de las clasificaciones, serán, en cierto modo, proporcionales".(70)

#### b.- la unidad semántica.-

En el caso de las teorías científicas empíricas, las leyes / deben referirse a un determinado tema factual o empírico; esto es, a un

único núcleo temático.

Precisamente, mediante la referencia a un mismo núcleo temático y la estructuración de los enunciados en un sistema deductivo, se consigue que cada uno de estos enunciados reciba el apoyo o la refutación de los demás y de todo el campo factual al que se refiere, sólo / de modo parcial, cada enunciado. De este modo se precisa adecuadamente la significación de los enunciados de la teoría y se logra la contrastabilidad de ellos.

La unidad semántica de una teoría se consigue mediante el / cumplimiento de las siguientes condiciones:

- 1.- referencia a un común universo de discurso
- 2.- homogeneidad semántica de los predicados de la teoría
- 3.- exigencia de un cierre semántico
- 4.- conexión conceptual (71)

"Una de las razones principales que existen para organizar las hipótesis científicas en un sistema deductivo es la de que los testimonios directos en favor de cada hipótesis de nivel ínfimo puede convertirse en indirecto a favor de todos los demás del mismo nivel"(72).

Conviene señalar que con la exigencia de unidad semántica de las teorías se desliza en cada una de ellas una serie de supuestos que escapan propiamente a su exposición. Estos supuestos pertenecen a una metateoría en conexión con la concepción general que los científicos / tienen acerca de lo que debe constituir el universo de discurso de dicha teoría.

En efecto, al exigirse la referencia a un mismo núcleo temático para todas las fórmulas de la teoría, se está asumiendo el supuesto de que los conceptos o predicados sobre los que versa la teoría de-

ben pertenecer a una misma familia semántica, en el sentido de que sean semánticamente homogéneos. Esta exigencia se refiere, tanto a los conceptos como a las fórmulas, las cuales también deben ser semánticamente homogéneas entre sí.

c.- La unidad semántica y las paradojas de la confirmación

Si en este punto de nuestras reflexiones nos detenemos un momento en analizar el significado de la homogeneidad semántica de los / elementos de la teoría científica, veremos que este tema está en una relación muy interesante con la solución a los problemas de las paradojas de la confirmación, descubiertas por Hempel y Goodman; y este tema nos lleva, una vez más, a la necesidad de considerar el marco del sistema representacional en el que la teoría se constituye como tal.

Se ha hablado de que hay que darse cuenta de que lo que se / considere como instancia confirmadora de una ley en una teoría científica no está sólo determinada por la forma. No es suficiente una caracterización puramente formal de las teorías y sus leyes. Sólo se encontrará una solución a las paradojas de la confirmación si uno se da cuenta de que además de la forma son relevantes una serie de consideraciones ligadas al marco teórico en el que se encuentran insertas las leyes en cuestión y que "una teoría involucra esencialmente la especificación de la clase de objetos a los que se aplica".

En el caso, por ejemplo, de la paradoja de Goodman (esmeraldas "verzules" y esmeraldas verdes) no cabría, para resolver el problema, recurrir a cuestiones de carácter sintáctico o exclusivamente referidas a la semántica interna de la teoría, aludiendo al requisito de / la homogeneidad semántica de los términos. Y ello es así porque, siendo interdefinibles los términos "verde" y "verzul" no puede haber entre

ellos un modo de contrastar un salto semántico.

Goodman recurre, para superar los problemas de tal paradoja de la confirmación al concepto de "proyectabilidad" de los predicados y a la comparación entre predicados más o menos proyectables. En relación a la proyectabilidad de los predicados afirma que "verzu" no lo es, ya que no confirma la predicción o proyección de casos futuros; los predicados han de ser inductivos con respecto a sus objetos y deben ser confirmados por sus instancias legales. Pero entonces se suscitan cues tiones sobre los criterios para resolver acerca de la mayor o menor / proyectabilidad de los predicados, sobre su "enraizamiento", etc... cuestiones todas ellas que no pueden resolverse desde la pura dimensión interna de las teorías. De este modo hay que concluir en que "es la in formación que tenemos referente a la historia pasada de los predicados lo que nos permite contrastar, decir, que un predicado es más proyectable que otro, porque está (él u otro predicado coextensivo con él) mejor enraizado que el otro" (72)

De esta manera ha de recurrirse en última instancia al siste ma representacional previo a la teoría correspondiente para poder ha- / bilar de la posibilidad de superar las paradojas de la confirmación, / tal como se deduce del necesario recurso a la historia del concepto. ¿Por qué es así?. Pensamos que es debido a que, en última instancia, el significado de los términos estará determinado en cierto modo por / el sistema representacional extrateórico en el que la teoría se inser- ta.

La proyectabilidad de un predicado en gran medida está en fun- ción de los objetos de los que hasta ahora se ha podido predicar, esto es, del tipo de cosas de las que se supone que pueden ser capaces de /

sustentar las relaciones que quieren "proyectarse" en la teoría.

Los objetos, es indudable, están caracterizados por las teorías particulares que se ocupan de ellos. "Por ejemplo, dada cierta formulación de la teoría atómica de la materia, hay cosas que se pueden / descubrir sobre los átomos y la materia y otras que no. No se puede ni / siquiera preguntar de qué color son, o cómo saben o huelen. Por el contrario, se pueden hacer preguntas sobre su posición, velocidad y masa. "Rojo" no es proyectable con respecto a los átomos; "tiene una masa de n miligramos" lo es. O, por tomar un ejemplo de las ciencias sociales, mientras que en una teoría psicológica, por ejemplo, la de Freud, los predicados "está deprimido" y "es perverso polimorfo" son proyectables en otras teorías psicológicas no lo son. La teoría determina el ámbito de los predicados proyectables; y, por consiguiente, determina el ámbito de las generalizaciones legales. Si nos agrada expresarnos así, determina en gran medida cuales son los hechos" (73).

Pero también es claro que, si bien la teoría determina el ámbito de los predicados proyectables, el sistema representacional determina la proyectabilidad de los mismos; los objetos que entran a formar parte de una teoría, conforme ésta va ampliándose y evolucionando, vienen determinados también por el sistema representacional. Este determina las características primeras de los objetos (características que le permiten entrar a formar parte del alcance de una teoría). Así, por ejemplo, en los primeros años de la aparición de la Mecánica Cuántica, algunos físicos que se oponían a ella argumentaban que no era adecuada en cuanto que entraba en conflicto con el concepto de objeto físico y con conceptos particulares de las leyes y explicaciones consideradas / científicas.



Debió cambiar el sistema representacional para que este conflicto desapareciera (si el sistema representacional no hubiera jugado ningún papel, no habría aparecido el conflicto). Ello fue debido a que en efecto, cambió en cierto modo el concepto de objeto físico, pero / también este cambio en el sistema representacional produjo, a su vez, / cambios en los conceptos sobre las leyes y explicaciones científicas. / Las discusiones que a partir de la Mecánica Cuántica se han planteado sobre la naturaleza de las leyes, de las teorías científicas, del concepto de causalidad, etc...etc... sólo se explican desde la perspectiva del papel que estos conceptos ( que propiamente son extrateóricos) juegan en la determinación del significado de los términos intrateóricos.

#### d.- la unidad semántica y el sistema representacional

La exigencia de homogeneidad semántica constituye la puerta por donde entran en la teoría los supuestos de la época, el "por des- / contado" que existe en toda teoría científica, que ni se enuncia ni / aparece en ella, pero que gravita sobre la misma. Así, por ejemplo, en tiempos de Aristóteles era semánticamente homogéneo el predicado "mo- / verse" utilizado para definir el movimiento de una piedra hacia el sue- / lo y la acción de un hombre buscando conseguir la finalidad que se ha- / bía propuesto; ambos tipos de fenómenos quedaban englobados en una mis- / ma teoría: la teoría metafísica del acto-potencia, aplicada al movi- / miento físico. Todos conocemos los supuestos sobre los que tal teoría se asentaba.

Sin embargo, a partir de Galileo ha quedado claro para la / ciencia que ambas acciones han de ser examinadas de modo que los pre- / dicados que se atribuyan a una y otra son semánticamente heterogéneos.

Los predicados que se puedan atribuir a ambas acciones pertenecen a familias semánticamente distintas. En los supuestos actuales que subyacen a las respectivas teorías que pretenden dar cuenta de los mismos no se admite un modo de subsumir ambos fenómenos en una misma teoría.

De modo contrario, podría señalarse que predicados relativos a actos de volición, por ejemplo, y predicados referentes a objetos / físicos podrían ponerse en relación mediante una teoría que homogeneizase ambas familias semánticas. Tal, por ejemplo, una teoría que logra se establecer una serie de relaciones entre objetos físicos "desparecidos" y "voliciones", mediante el concepto de "robo". Los científicos admitirían una teoría que estableciese relaciones deductivas entre actos volitivos y objetos físicos desaparecidos, mediante la determinación de circunstancias muy definidas, que aumentasen o disminuyesen el número de robos, etc... siempre que se puedan caracterizar objetivamente y de modo preciso todos los conceptos que entrasen a formar parte / de la teoría.

Recuerdese, por ejemplo, la crítica de Bergson en su "Essai sur les données immédiates de la conscience" a la Psicología Fisiológica y a los métodos experimentales convencionales en Psicología. Repárese en cómo la Psicología Experimental hace un tratamiento de los / actos psíquicos que logra homogeneizarlos con los predicados físicos y fisiológicos que aparecen en las teorías psicológicas de carácter / científico.

De hecho, en la homogeneización de los predicados de las teorías está presente la concepción del mundo correspondiente, acerca de la ciencia, los métodos científicos válidos, etc... Es el marco conceptual subyacente que señalabamos en la teoría del flogisto y en la teo-

ría de la combustión de Lavoisier. En realidad, sólo pueden homogeneizarse conceptos primitivamente heterogéneos desde el punto de vista semántico, si pueden ponerse en alguna relación admitida como válida en el momento histórico correspondiente por lo que Bachelard dió en llamar la "ciudad científica".

Indudablemente la ruptura epistemológica que supone la ciencia en sus estadios más avanzados respecto del sentido común no quita que entre los científicos tenga que existir un sentido común a la hora de proponer alguna teoría científica nueva. Se pueden establecer teorías científicas sensatas y teorías científicas descabelladas; no tanto por ser chocantes o "inimaginables" a primera vista para la comunidad científica (fenómeno que se produce durante las "revoluciones científicas" a que se refiere Kuhn) cuanto descabelladas en cuanto no utilicen métodos considerados científicamente admisibles. Sólo se puede hablar de una teoría científica descabellada si es metodológicamente / descabellada.

e.- La coherencia interteórica.-

Además, una teoría científica no es el único elemento de una clase unitaria; hay muchas más que ella y todas pretenden tener validez respecto a una parcela de la realidad. Mas es de esperar que la realidad sea coherente. Por tanto, hay que salirse de la teoría en la que se está instalado para apreciar esta circunstancia. Hay que colocarse en un marco en el que se aprecie si las diversas teorías científicas / son coherentes o compatibles entre sí. Las teorías científicas de un determinado momento histórico deben mantener unas relaciones de no contradicción, un acuerdo en cuanto a los medios y métodos de estudio admisibles, etc...

Nuevamente se infiltran por aquí una serie de supuestos ex-/trateóricos que gravitan sobre la teoría científica. Una teoría científica, en sí misma considerada, sólo necesita ser coherente internamente; sin embargo, en cuanto forma parte de un cuerpo de conocimientos /científicos de una época, debe ser externamente coherente con el resto de las teorías científicas admitidas. En este sentido, lo que la "ciudad científica" impone a las teorías viene determinado en innumerable ocasiones por un acuerdo tácito sobre lo que es la ciencia, los requisitos que debe reunir una teoría científica, los métodos científicamente admisibles en el estudio de la realidad, etc... etc... Y todo esto/pertenece a un sistema representacional anterior a la existencia de la propia teoría científica.

En el fondo, toda teoría científica es un constructo teórico elaborado sobre otro constructo teórico. Una teoría científica pretende explicar algo que ya tiene sentido. Del fenómeno objeto de una teoría científica se puede dar una descripción con sentido sin recurrir /para nada a esta teoría. En realidad, el fenómeno ya está apartado de lo inmediatamente dado y existe, como vimos, una construcción interpretativa de éste, anterior a la teoría que lo explica. No es, por tanto, de extrañar que la teoría sea, en último extremo, tributaria de la construcción interpretativa que constituye al fenómeno.

#### f.- La coherencia entre teoría y experiencia

Mas todo constructo teórico es una interpretación de unos datos. En relación con ello, se nos plantea un problema con la cuestión/de los conceptos teóricos no interpretados o susceptibles de interpretaciones alternativas (recuérdese la dualidad onda-corpúsculo en la microfísica).

Sin embargo, puede explicarse la existencia de estos conceptos teóricos, carentes de interpretación, porque no tiene por qué existir una interpretación "puntual" de los conceptos teóricos en términos de otros conceptos observacionales correlativos uno a uno. Es la teoría, considerada en su conjunto, la que debe tener un correlato observacional con ciertos fenómenos en sus teoremas de nivel ínfimo, pero / no elemento por elemento de ella individualmente considerados.

En las teorías científicas hay algunos conceptos teóricos que están en correspondencia con ciertos elementos observacionales de los / fenómenos y se los puede representar como propiedades presuntamente / reales (en cuanto pertenecientes a una realidad objetiva, independiente de la teoría).

Pero también hay otros elementos que no reciben una significación empírica, que no se refieren a cosas, propiedades o relaciones extrateóricas; una teoría representacional siempre puede tener elementos propios de una interpretación fenomenológica de la teoría, esto es variables intermedias no interpretadas.

Estos elementos reciben simplemente una interpretación matemática, en el cálculo. Incluso puede darse el caso de que aparezcan / elementos teóricos que puedan revestirse alternativamente de distintos correlatos observacionales en situaciones diversas, sin que por ello / se perjudique la coherencia de la teoría; la interpretación en términos observacionales de la teoría, pues, no tiene por qué adoptar la forma de una aplicación biunívoca entre elementos teóricos y términos observacionales.

Indiscutiblemente esto plantea problemas filosóficos muy importantes, en relación con el significado de los términos teóricos, ya

que en filosofía no podemos permitirnos decir, como por ejemplo hace /  
 sir Arthur Eddington que "... el carbono... es un símbolo siempre...  
 El carbono es un símbolo sólo definible a base de otros símbolos per-/  
 tenecientes al esquema cíclico de la ciencia". (74)

De un modo u otro, la experiencia debe estar siempre presente  
 en la interpretación y determinación de los elementos teóricos y, por/  
 tanto, no vale únicamente decir que "simplemente son símbolos". En de-  
 finitiva, esto nos remitiría a la pregunta siguiente: ¿símbolos de qué?  
 La objetividad científica prohíbe que puedan ser simples símbolos de /  
 las elucubraciones del científico, con una realidad meramente sintác-  
 tica, determinada exclusivamente por las mutuas relaciones que se esta-  
 blecen entre los símbolos.

Simplemente no puede admitirse que los conceptos últimos de  
 las teorías científicas hayan de quedar reducidos al papel sintáctico  
 que jueguen en las ecuaciones matemáticas que constituyen la estructu-  
 ra sintáctica ( E ) de las teorías científicas. Sir William Dampier /  
 decía: "han desaparecido las últimas huellas del antiguo átomo duro y  
 másico; han fracasado sus modelos mecánicos y los conceptos últimos de  
 la física han ido a parar, según parece, a la decorosa oscuridad de /  
 las ecuaciones matemáticas" (75).

Pero, como dice Braithwaite, "un filósofo no puede permitir  
 que la oscuridad sea decorosa, especialmente cuando ésta no es la de  
 las matemáticas puras que entran en juego (que son abstrusas, pero no  
 oscuras) sino de la aplicación de la matemática" (76).

En toda teoría científica ha de considerarse una interpreta-  
 ción factual del formalismo matemático que constituye su estructura. /  
 Sin embargo, en la práctica científica, hay que señalar que lo más fre-

cuenta son los modelos mixtos o las teorías semiinterpretadas, en las que algunos de los predicados teóricos representan propiedades presuntamente reales, pero en las que hay otras propiedades que no reciben / significación factual o empírica. Estas últimas son en realidad variables que carecen de una referencia a cosas, propiedades o relaciones extrateóricas; sólo juegan su papel, exclusivamente, en la ordenación deductiva del cuerpo teórico.

Estos elementos juegan un papel puramente matemático, sintáctico y, en principio, sólo reciben una interpretación conceptual, matemática. Sin embargo, una teoría científica empírica no puede constar / exclusivamente de este tipo de elementos teóricos; de lo contrario, ca recería de significación empírica, no podría tener una verificación en la realidad.

Las teorías científicas suelen ser modelos mixtos de teorías abstractas no interpretadas que refieren a un universo de discurso formado por sistemas empíricos. En ellos, a causa de las complicaciones / de las relaciones deductivas establecidas entre los elementos, aparecen aquellos que se refieren a cosas, propiedades o relaciones factuales, pero también se articulan con elementos teóricos que carecen de / toda interpretación empírica.

Así, por ejemplo, en la Termodinámica Clásica el concepto de "entropía" es una variable intermedia cuya función es simplemente sintáctica; lo mismo ocurre con los potenciales en la teoría electromagnética; estos conceptos no reciben una significación inmediatamente empírica; no obstante, son imprescindibles en cualquier teoría empírica mí nutamente complicada.

Precisamente el conductismo psicológico se ha visto obligado

a renunciar a sus tesis extremas, acerca del objeto de estudio de la / Psicología y ha tenido que considerar objeto de estudio no sólo la con ducta observable, utilizando exclusivamente conceptos que tengan una / correspondencia con una conducta manifiesta, sino que también se ha / visto obligado a introducir en sus explicaciones variables intermedias. Estas variables intermedias no pueden ser analizadas mediante su reduc ción al comportamiento manifiesto del individuo.

Del mismo modo la Física y la Química (quizás las disciplinas de mayor alambicamiento metodológico) constantemente se ven obligadas a introducir conceptos teóricos que no son definibles a base de propie dades y relaciones observables en los cuerpos o las sustancias físi - cas o químicas.

No se quiere decir, sin embargo, que sean elementos convercio nales exclusivamente y que lo ideal sería prescindir de ellos; esto en definitiva es imposible. Si entendemos que unos determinados conceptos van a servirnos para explicar el comportamiento de ciertos fenómenos, / estos conceptos no pueden descansar sobre los rasgos, propiedades o re laciones de los elementos de dichos fenómenos que, precisamente, son / los que requieren explicación.

De todos modos, estos conceptos establecerán relaciones con otros conceptos cuyos términos aparecerán en expresiones en las que se encuentran elementos que tienen una significación empírica; por lo que de un modo derivado, al tiempo que se ajusta el sistema deductivo, se- gún el lugar que ocupen en dicho sistema estos últimos, aquellos ten- drán un significado de carácter indirecto que no se agota en su dimen- sión puramente sintáctica. El significado de estos elementos se cons- truye a base de su aparición en las fórmulas de la teoría; en estas úl



timas intervienen otros elementos que, a su vez, aparecen en otros teoremas inferiores de la teoría. Estos teoremas inferiores corresponden directamente con el comportamiento observable de los fenómenos explicados; por lo que a partir de estos últimos elementos se va asignando significado a aquellos.

Estos elementos a partir de los cuales se construye el significado de los últimos elementos teóricos son, desde el punto de vista de la estática de la teoría (esto es, desde la consideración de ésta / como sistema ya construido) elementos derivados de unos elementos primitivos, constituyentes del vocabulario mínimo aparecido en los axiomas primitivos.

Pero desde el punto de vista de la dinámica de la teoría (vale decir, desde la consideración de la constitución histórica y real de la misma) en vez de ser elementos derivados, son los elementos primitivos, cuya correspondencia con los elementos observacionales en el comportamiento de los fenómenos determina indirectamente el significado de los elementos integrantes de los teoremas superiores y axiomas primitivos, alejados de la experiencia.

En definitiva, puesto que son las reglas de correspondencia las que ponen en relación los enunciados teóricos con los enunciados / observacionales, dependerá de la interpretación que de estas se dé (esto es, si se las considera inferencias, traducciones, mera coordinación, etc... de unos elementos y otros) el significado que a los conceptos teóricos se atribuya.

Es la condición de las reglas de correspondencia lo que determina el significado y el estatuto ontológico atribuido a las entidades teóricas, a través del estatuto epistemológico que asigne a tales

conceptos. A este respecto dice Sellars: " los enigmas acerca del significado de los términos teóricos y de la realidad de las entidades teóricas se encuentran tan íntimamente ligados a la condición que tengan las reglas de correspondencia que aclarar esta habrá de resolverlo automáticamente"(77).

g.- Las leyes teóricas ¿son esquemas proposicionales?

El cuerpo central de los enunciados teóricos lo forman los postulados y axiomas, esto es, las leyes de orden superior; en ellos aparecen todos los elementos teóricos. Estas leyes, sin embargo, son enunciados generales que carecen de un cierre adecuado; en realidad en el enunciado general de una ley no se utilizan parámetros, sino elementos indefinidos en su valor numérico. Esto convierte a las leyes teóricas en meros esquemas proposicionales, que necesita cerrarse con valores adecuados para convertirse en proposiciones. Mientras no aparezcan las reglas de correspondencia ( $I_n$ ), los conceptos teóricos no tienen significado. Tampoco, al ser antes de su interpretación simples signos de / unas relaciones, poseen un valor numérico definido.

Esto ha llevado a muchos filósofos a defender una interpretación de las leyes científicas, bien como reglas, bien como definiciones pero no como enunciados. Este es el problema del convencionalismo de / las leyes científicas.

No parece que debamos detenernos en la discusión de este problema; para el propósito de nuestro estudio es irrelevante una posición convencionalista o no, acerca de las leyes científicas. Todo dependerá como ya hemos indicado, de la condición que asignemos a las reglas de correspondencia. En el caso del convencionalismo, las reglas de correspondencia entre elementos teóricos y elementos observables consisten /

en meras traducciones a otro lenguaje de vocabulario distinto, de unas definiciones previas.

De todos modos conviene distinguir entre lo que en terminología de Popper son hechos homotípicos y lo que denomina eventos; es decir, entre teoremas generales (o simplemente, teoremas) y casos. (78) Los casos y no los teoremas son los que se refieren a los fenómenos reales. No existen hechos generalés (79). Por tanto, una fórmula en la que se enuncie un fenómeno general, no refiere a nada. Tiene un número ilimitado de casos posibles, lo que significa que no se refiere a ninguno de ellos en particular. Referirse a todos los casos, es no referirse a nada.

Si en la Dinámica Clásica afirmamos que  $v = \sqrt{2 g \cdot h}$ , un caso de esta ley pudiera ser  $v_{(10)} = \sqrt{2 \cdot 9'81 \cdot 10 \text{ cms}}$ , en la situación de una piedra que cae desde 10 cms. de altura. La segunda fórmula se refiere a un hecho particular; están perfectamente determinados sus parámetros y es un enunciado; la primera, por el contrario, no se refiere a ningún hecho particular y, al estar indeterminados sus parámetros no se puede decir, hablando "sensu stricto" del término, que sea un enunciado.

Esto no significa que la primera fórmula carezca de significado; sólo que no tiene un significado "directo". Su significación estará en función de los datos observacionales que se proporcionen en las distintas contrastaciones de esta ley. A partir de aquí, "g", "h" prestarán a su vez significado a otros términos que correspondan a los conceptos primitivos de los axiomas a partir de los cuales se ha derivado el teorema  $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ .

La misma ley vale para el caso distinto de un móvil que cai-

ga con aceleración constante distinta y desde una altura diferente. Sería un nuevo caso de un mismo hecho homotípico. La ley se refiere a hechos homotípicos y no a sucesos.

Las relaciones entre los axiomas de que deriva, por ejemplo, el teorema  $E(t) = 1/2 a \cdot t^2$  y las constricciones que imponen los casos particulares al cumplimiento de determinados axiomas condicionan el significado que los términos teóricos "E", "a" y "t" habrán de tener en la cinemática newtoniana y que será muy distinto al significado que tenían en otras anteriores o posteriores (por ejemplo, la teoría del ímpetus de los filósofos de la escuela de París del siglo XIV, o la teoría de la relatividad general).

En el ejemplo que hemos propuesto, y debido a lo "natural" / que nos parecen los conceptos, se nos oculta lo que acabamos de decir; en este caso ocurre algo similar al fenómeno detectado por los lingüistas acerca de la transparencia del signo lingüístico; pero en teorías más sofisticadas queda mucho más claro lo que estamos diciendo. Piense se, por ejemplo, en términos como "gen", "deriva genética" etc... utilizados en Biología a partir de la teoría evolucionista, cuyo significado queda determinado en última instancia por los enunciados observacionales correspondientes a los casos de hechos homotípicos que constituyen el "explanandum" de la explicación, mediante las leyes de la actual teoría genética y por la naturaleza de la relación establecida / por las reglas de correspondencia entre la observación de estos sucesos y los elementos teóricos con los que se hace corresponder.

Así, por ejemplo, la ley de Hardy-Weinberg, que establece / la constancia de la composición genotípica del grupo, "expone la estática de una población bastante numerosa en situación de total aislamiento

to, en un medio ambiente uniforme, con la resultante ausencia de selección, sin mutación y sin deriva genética fortuita. Pero selección, mutación y deriva genética fortuita siempre impiden el equilibrio perfecto y son las causas dinámicas de la evolución en los niveles micro y / macroevolutivos" (80).

Creemos que no hace falta insistir en que nadie podría entender la ley anterior si no está en posesión de conceptos teóricos anteriores tales como "mutación", "selección", "deriva genética", "genotipo" etc... conceptos que serán inasimilables si no hay una previa explicación de la correspondencia entre estos conceptos y los fenómenos observacionales a los que cabe aplicar dichos conceptos para su explicación.

En resumen, podríamos decir que, si bien los conceptos teóricos y las leyes generales no están determinados exhaustivamente por los fenómenos observacionales, (pues de lo contrario, una teoría no podría ampliarse jamás) tales elementos teóricos no adquieren significado más que a través de los hechos; estos imponen, al menos, lo que no puede menos que ocurrir para que tengan aplicación los elementos teóricos correspondientes.

Las entidades teóricas, pues, aunque son conceptos que en cierto modo pueden considerarse abstractivas de los fenómenos, no son en ningún caso entidades diagramáticas, al modo como lo es un esquema o un mapa, por ejemplo. Las entidades teóricas de una teoría bien elaborada tienen un contenido más rico que el detectado en las observaciones fenoménicas; una teoría se propone de tal modo que se intenta que no sólo explique los fenómenos observados, sino que también dé cuenta de los posibles fenómenos no descubiertos.

A partir de las entidades teóricas se pueden generar leyes aún no formuladas, se pueden unificar leyes que aparecían independientes entre / sí, se pueden unificar propiedades aparentemente heterogéneas, etc... Todo ello significa que el modelo teórico es más rico que el fenómeno observable del que da cuenta; de donde hay que concluir que, si bien / los enunciados observacionales determinan en cierto modo el significado de los elementos teóricos, lo hacen de un modo restrictivo; esto es imponiendo unas condiciones que no pueden dejar de cumplir; pero no de terminando lo que sean en sí estos elementos.

De aquí que haya que decir que todos los elementos teóricos son en cierto modo indefinidos; esto es, se puede dar de ellos una definición implícita a través de las leyes que los enlazan; de ello ha / deducido Brathwaite que no se puede dar de estos elementos una definición explícita, so pena de condenar a la teoría a la imposibilidad de ampliarse con el descubrimiento de nuevos hechos.

Bachelard afirma: "¿Es que tiene algún sentido hablar de la / extensión de un concepto científico? ¿El concepto de capacidad eléctrica tiene verdaderamente extensión? ¿hace falta decir que este concepto se extiende a todos los condensadores? ¿a los condensadores planos, esféricos o cilíndricos? ¡He aquí algo que no tendría sentido para un fí sico!. Un físico no atribuye el menor poder de diferenciación a la for ma de un condensador. La forma de un condensador no suministra apenas más que comodidad para la manipulación de un aparato. Esto es una prue ba de pasada de que la determinación de los objetos científicos no par te de una fenomenología de primer aspecto. Hay que pensar, en primer / lugar en las funciones científicas del objeto científico, para determi nar en él su concepto operatorio. En un segundo momento se examina cómo

el técnico ha realizado el concepto... se ve desde ahora el poco interés de una determinación de la extensión del concepto... se verá que / estas nociones tienen una comprensión en cierta medida extrínseca, puesto que esta comprensión se desarrolla según que se multipliquen las relaciones teóricas interconceptuales. Estableceremos que los conceptos científicos reciben su verdadera definición únicamente por sus correlaciones algebraicas" (81).

Sin embargo, nos parece que no se puede asumir tan radicalmente la idea de que los significados de los términos teóricos no pueden sobrepasar la dimensión de lo que explícitamente está formulado en las expresiones matemáticas de la teoría. Según Braithwaite, si se hace sobrepasar la significación de los términos teóricos más allá de lo que se expone en las fórmulas matemáticas correspondientes, no se podría explicar la evolución y ampliación de las mismas, se las incapacitaría para ello. Pero tengase en cuenta que de este modo nos quedamos reducidos a la dimensión puramente sintáctica en la consideración del significado de los términos teóricos (no serían más que variables intermedias, meros auxiliares del cálculo, propiamente hablando).

De esta manera, cuando a una teoría se añadiesen nuevas leyes, cosa que podría hacerse, según Braithwaite, al mantenernos en el puro marco de las relaciones matemáticas sin que cambiase el significado de los términos teóricos anteriores, esta se habría ampliado. Pero, por / el contrario, creemos que lo que ocurriría sería que aparecería una / nueva teoría y no una ampliación de la anterior. Al no haberse definido la semántica explícita de la teoría, ¿con qué razón puede decirse / que se está hablando de lo mismo? ¿No es más bien que no se está hablando de nada?; de este modo, la historia de la ciencia podría quedar

en la historia de una creación continua cartesiana de teorías.

¿Es esto así?. La consideración puramente formal del significado de los términos teóricos nos parece claramente insuficiente. El científico distingue perfectamente entre dos teorías científicas que / tengan la misma formulación matemática, en función de la semántica explícita de las mismas. Reparese, por ejemplo, en que dos teorías, una sobre hidrodinámica y otra sobre electricidad, pueden tener una formulación matemática común; esto significaría que el comportamiento de los modelos de tales teorías, descrito por las fórmulas matemáticas, sería formalmente idéntico; sin embargo, el científico sabe que son dos teorías distintas y la semántica explícita de ambas teorías así lo determina.

Ocurrirá que en virtud de una serie de ideas ajenas a la propia formulación teórico-matemática, el científico sabe que los fenómenos hidrodinámicos y los eléctricos son cosas distintas y que las características de los objetos cuyo comportamiento puede quedar subsumido bajo leyes formalmente idénticas son muy distintas. La conexión de los términos teóricos, en última instancia, al sistema representacional se hace presente y nos permite sospechar que hay que superar el / tratamiento puramente formal de Braithwaite para conseguir una interpretación de los términos teóricos más adecuada con la situación real que se produce en el proceder del científico. En este sentido, la interpretación de Sneed, exigiendo la presencia de las aplicaciones del núcleo estructural en la teoría, ya desde la primera consideración de las mismas, parece que se acomoda mejor a la dinámica histórica efectiva de las teorías científicas. Pero la presencia de las aplicaciones / del núcleo estructural de las teorías significa que se ha superado ya



la mera definición implícita de las relaciones matemáticas de las teorías.

#### h. - El papel de las reglas de correspondencia

En relación con esto podemos traer a colación las palabras de Bertrand Russell sobre el hecho de que en ciencias empíricas "nos / ocupamos de enunciados simbólicos de los que sabemos que tienen un vínculo con fenómenos observables y que llevan a resultados que la observación confirma, pero que son algo indeterminados en significado excepto en la medida en que los define su vínculo con la observación... estamos bastante seguros de que nuestras fórmulas son verdaderas, pero en modo alguno de lo que significan" (82)

Habría, pues, que decir con Russell que toda ciencia empírica avanzada tiene dos aspectos: por un lado existe un cuerpo de proposiciones que se interrelacionan sintácticamente, matemáticamente. En este / cuerpo aparece una pequeña selección de axiomas, de donde se deducen las restantes fórmulas; pero además, por otro lado, la teoría científica consiste en un intento de describir alguna parte del universo. Desde el primer punto de vista, la cuestión de la verdad o falsedad de / una teoría científica no interesa; desde la segunda perspectiva, los / enunciados de observación son el instrumento para determinar la verdad de la teoría, ya que ellos constituyen el vínculo entre esta y la realidad.

"La Física como ciencia pura (es decir, aparte de los métodos de verificación) sólo parecería requerir, pues, un continuo cuatridimensional, que contenga distribuciones de variadas cantidades de energía y electricidad. Cualquier continuo cuatridimensional serviría y la "energía" y la "electricidad" sólo necesitan ser cantidades cuyo modo

de acción en la distribución esté sujeto a ciertas leyes particulares. ...tan pronto como introducimos razones experimentales cambia el cuadro totalmente. El continuo cuatridimensional ya no es una hipótesis matemática, sino el continuo espacio-temporal al que nos hemos visto conducidos por sucesivos refinamientos del espacio y el tiempo que nos son familiares en la experiencia. La electricidad ya no es cualquier cantidad, sino la cosa medida por la conducta observable de nuestros instrumentos eléctricos. La energía, aunque sumamente abstracta, es una generalización a la que se llega mediante experimentos en un todo concreto como los de Joule. La Física, como disciplina verificable, pues, usa / varios conceptos empíricos además de los conceptos puramente abstractos que se necesitan en la Física "pura" ".(83)

En otras palabras, las reglas de correspondencia atribuyen / indirectamente, y sólo hasta cierto punto, una significación empírica a los conceptos primitivos teóricos, gracias a su conexión con los / enunciados observacionales, sobre los que operan dichas reglas. Esta / significación semántica viene dada en la consideración de la ciencia / como conjunto de enunciados verificables y no puramente matemáticos. / Hay, pues, una doble determinación de los conceptos teóricos dentro de las teorías científicas:

a) una determinación sintáctica, por las relaciones internas entre los elementos de la teoría; considerada la teoría como simple / cálculo, los elementos teóricos tienen una determinación sintáctica exhaustiva por su inserción en una serie de fórmulas de un cálculo.

b) una determinación semántica, por la conexión que los elementos observacionales establecen con ellos mediante las reglas de correspondencia. Esta determinación indirecta, está ligada ineludiblemente

te a dichas reglas; pero no es una determinación exhaustiva.

Desde el momento en que el significado de los elementos teóricos se encuentra sólo negativamente determinado por los enunciados / observacionales, nos parece que no se puede acudir al expediente de / echar mano a estos enunciados para entender la naturaleza de las entidades llamadas "leyes" de una teoría científica.

En efecto, deslumbrados por el modo como se cumplen las predicciones de las leyes en los enunciados observacionales, los filósofos se han empeñado en una serie de problemas y discusiones que les / han llevado a defender posturas exclusivistas al respecto. Así han proliferado los convencionalismos, positivismos, realismos, conceptualismos ... Pero la conducta observable de los fenómenos no determina exclusivamente el significado de los términos teóricos, ni la naturaleza de las leyes que definen su comportamiento. Es algo así como si se pretendiese determinar todos los movimientos de un soldado por los que su sargento le obliga a hacer en las horas de instrucción. Los enunciados observacionales, en efecto, constriñen la significación de los términos teóricos y la naturaleza de las leyes generales, pero no la determinan. De aquí que no se deba abordar la problemática de la naturaleza de estas ni el significado de aquellas; a nuestro parecer, intentando esclarecer exclusivamente la forma en que se "concretizan" en los fenómenos reales.

El cumplimiento efectivo de las leyes por los fenómenos es / tal que a veces nos parecerá que estas son simples definiciones (tal / los axiomas primitivos de la Mecánica Clásica, por ejemplo), mientras que otras veces su carácter sintético se nos aparecerá innegable. En / realidad, como dice Hanson, "Las leyes son tales que sus enunciados /

tienen el carácter de 1) sintéticos en su trama de signos, 2) "necesarios" dentro de la teoría que ayudan a constituir y 3) a posteriori con respecto a su condición epistemológica. ¿Son a la vez sintéticos y necesarios (1 y 2) ? . Sí, si se entiende que es una necesidad relativa, no una necesidad absoluta. Algunas afirmaciones sintéticas (1.) son prácticamente invulnerables dentro de los sistemas de enunciados descriptivos de los que forman parte" (84).

Las teorías científicas son esquemas que se han ido adaptando a la realidad por aproximación; con el correr del tiempo se ha podido llegar a tal grado de exactitud que puede parecer que no hay posibilidad de que la realidad sea de otra forma. Pero toda teoría científica tiene su historia; esta historia acerca de la búsqueda de una explicación satisfactoria recoge momentos en los que los conceptos y leyes teóricos tienen un significado distinto al que tuvieron en un momento anterior; a pesar de que los fenómenos que expliquen sean los mismos y la teoría no se haya ampliado. La dialéctica establecida entre sentido común y pensamiento científico ha ido variando la forma de entender la naturaleza y el significado de aquellos. Esto es un hecho innegable. / La formación científica recibida por el estudiante va haciendo que vea el mundo en una forma tal que las leyes científicas se van convirtiendo en algo de significado distinto al que tenían para él cuando tomó / el primer contacto con ellas.

#### i.- El uso de los conceptos científicos

Por eso proponemos que la solución al dilema entre convencionalismo y realismo, o entre realismo y cualquiera de los demás "ismos" puede estar quizás en la adopción de un expediente similar al propuesto por L. Wittgenstein en su "Philosophical Investigations" para esclarecer

el problema del significado: "el significado es el uso". La naturaleza de una "misma" ley perteneciente a una teoría científica va variando / de acuerdo con la evolución de la misma teoría y con el uso que se haga de ella. El lenguaje pedagógico es un lenguaje a base de definiciones (muchas veces definiciones "persuasivas"), por lo que las leyes enseñadas en la práctica docente son muy distintas a las "mismas" leyes "descubiertas" en la práctica investigadora del científico que las formuló por primera vez. A veces se puede presentar la ley como un axioma, otras veces como una regla, algunas de ellas como una definición etc....

Plantearse el problema del significado y la naturaleza de / una ley como si fuese una proposición única, discreta y aislable da / lugar a una solución unilateral del problema. De hecho, una ley puede ser considerada más bien como una familia de oraciones, definiciones y reglas, expresables todas ellas mediante los diferentes usos de una / misma oración.(85). La oración que enuncia una ley puede expresar tantas cosas denominadas "la ley X" como diferentes usos pueden hacerse / de tal oración en la ciencia a la que pertenece la teoría de cuyo cuerpo forma parte.

Hanson llegó a determinar cinco usos distintos, algunos de / ellos con variadas modalidades dentro de un mismo uso, de la simple ley de inercia, dentro de la Mecánica Clásica (86). Es interesante comprobar cómo todas las interpretaciones que se han ido dando en la consideración de una ley tan estudiada por los filósofos de la ciencia y los propios científicos, quedan englobadas en los usos alternativos que se han hecho de ella.

De este modo, de acuerdo con la solución propuesta por Witt-

genstein para el problema del significado, podríamos quizás decir que la significación de los conceptos que entran en la formulación de una ley científica viene determinada, hasta cierto punto, por el uso que / de dicha ley se haga.

Decimos "hasta cierto punto" porque consideramos que, cual-/ quiera que sea el uso particular que se haga de las leyes científicas, la significación de los conceptos teóricos que en ella aparecen, al ma tener una correspondencia indirecta con los fenómenos reales de los / que la ley pretende dar cuenta, podríamos decir que en cierto modo es "abierta"; y, por otra parte, los modos aceptables de manipular dicha ley, jugarán también un papel importante: no se puede hacer un uso de la misma que sea incorrecto y pretenda tener significado.

Como ya hemos dicho, la experiencia determina la significa-/ ción de los términos teóricos en aquello que no pueden dejar de cum-/ plir; impone las restricciones a que deben estar sometidos, pero no / cierra definitivamente los conceptos, en el sentido de que determine todo aquello que son. De lo contrario, la teoría científica en la que estuvieran recogidos estos términos teóricos no sería susceptible de / ampliación, según afirmó Ramsey y, posteriormente, Braithwaite.(87). Precisamente por ello, puesto que la teoría fenomenológica no pretende dar cuenta de entidades teóricas con existencia real, el significado de los términos teóricos estará también en función del uso que se les dé según la naturaleza de la teoría (fenomenológica o representacional); en el caso de teorías fenomenológicas el uso de los términos teóricos es puramente matemático, sólo se les utiliza como auxiliares del cálculo; como tal, por tanto, su significación no sobrepasará la dimen-/ sión matemática, ya que no tienen otro uso.

De cualquier modo es muy importante señalar que los distintos usos de una ley científica se encuentran muy fuertemente unidos por / unas constricciones comunes que impone la estructura matemática de la ley a todos aquellos.

"Es bastante cierto decir que, cuando se usa  $"F = d^2s/dt^2"$  / de diferentes maneras, se están expresando proposiciones diferentes. / Pero es un hecho importante que todas las cosas que se expresan con lo diversos usos de  $"F = d^2s/dt^2"$  están unidos del modo más íntimo. En / cierto sentido usted y yo decimos la misma cosa cuando decimos  $"F = d^2s/dt^2"$  aunque podamos expresar proposiciones muy diferentes. En un problema particular de dinámica, tal como la determinación de la posición a mediodía de Marte el día de S. Valentín de 1.960, nuestros cálculos / sobre el papel serán idénticos, nuestras predicciones indistinguibles y nuestras explicaciones muy similares. Así, aunque en cierto sentido procedemos de manera diferente, hay también otro sentido en el que procedemos del mismo modo" (88).

Nuevamente vemos aquí cómo la matemática presta la intersubjetividad precisa para identificar en un mismo objeto varias formas de interpretar un fenómeno. En realidad la matemática nos sirve para construir el objeto científico. De aquí que la determinación sintáctica de que antes hablábamos, en relación a la significación de los términos / teóricos, siga siendo, si no el "ingrediente" total, sí un ingrediente capital de la misma.

# NOTAS

- (1) Vid. Asimov, I.- "A Short History of Chemistry - an Introduction to the Ideas and Concepts of Chemistry" . Doubleday & Co. Inc. New York, 1.965. Chap. III. (Traducción española: "Breve Historia de la Química"; Alianza Editorial, Madrid 1.975).
- (2) Vid. Hull, L.W.H.- "History and Philosophy of Science". Longmans / Green & Co. Ltd. London, 2ª Ed. 1.959. (Traducción española: "Historia y filosofía de la ciencia" Ed. Ariel, Barcelona; 2ª ed. 1.970; especialmente págs. 299-312).
- (3) Vid. Hull, L.W.H. "Historia y filosofía de la ciencia". op. cit. págs. 306-308.
- (4) Vid. Asimov, I. "Breve Historia de la Química". op. cit. págs 58 y 59.
- (5) Vid. Hull, L.W.H. "Historia y Filosofía de la Ciencia". op. cit. / págs. 309- 312.
- (6) Whewell, W.- "Philosophy of the Inductive Sciences". London, Parker, 1.840, I, 521.
- (7) Bachelard, G.- "La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychoanalyse de la connaissance objective". Paris, Vrin, 1.960 (traducción española. "La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo. Ed. Siglo XXI. Buenos Aires, 3ª Ed. 1.974. pág. 7).
- (8) Bachelard, G.- "La formación del espíritu científico" op. cit. pág 135.
- (9) Toulmin, S.- "Human Understanding" Volume I: The collective Use / and Evolution of Concepts", Princeton University Press. 1.972 (Traduc. española: La comprensión humana" Alianza Editorial, Madrid, 1.977. pág vid. pág. 185)
- (10) Margenau, H.- "The nature of Physical Reality : a Philosophy of Modern Physics" Mc. Graw Hill. New York, 1.950 ( Traducción española: "La naturaleza de la realidad física: una filosofía de la física moderna." Ed. Tecnos, Madrid, 1.970. pág. 86).
- (11) Según Henri Margenau, op. cit. los requisitos imprescindibles /



que debe reunir una teoría científica empírica son:

- 1.- Fertilidad lógica
- 2.- Vinculaciones múltiples
- 3.- Permanencia y estabilidad
- 4.- Ampliabilidad de las construcciones interpretativas
- 5.- Requisito de causalidad
- 6.- Sencillez y elegancia.

Como es fácil observar, algunos de estos requisitos tienen / más bien una índole extrateórica; vale decir, responden al marco conceptual en el que hay que situar la teoría para que adquiriera sentido. Nuevamente, pues, podemos constatar cómo toda teoría científica necesita de un marco conceptual en el que situarse.

Por su parte, Bunge ("La investigación científica" Ed. Ariel, Barcelona, s/f y "Teoría y Realidad". Ed. Ariel, Barcelona, 1.972) enumera los siguientes requisitos para las teorías:

Requisitos sintácticos:

- 1.- Corrección sintáctica
- 2.- Sistemática o unidad conceptual

Requisitos semánticos:

- 3.- Exactitud lingüística
- 4.- Interpretabilidad empírica
- 5.- Representatividad
- 6.- Simplicidad semántica

Requisitos epistemológicos:

- 7.- Consistencia externa
- 8.- Capacidad explicativa
- 9.- Profundidad
- 10.- Capacidad unificadora
- 11.- Fecundidad
- 12.- Originalidad

Requisitos metodológicos:

- 13.- Escrutabilidad
- 14.- Refutabilidad
- 15.- Confirmabilidad
- 16.- Simplicidad metodológica

Requisitos filosóficos:

- 17.- Parsimonia de niveles
- 18.- Solidez metacientífica
- 19.- Consistencia desde el punto de vista de la concepción del mundo.

Aunque los autores de tales taxonomías no hagan hincapié sobre ello, una simple ojeada a los títulos de tales requisitos nos hace comprender inmediatamente hasta qué punto toda teoría científica es / deudora de circunstancias exteriores a ella misma y a su objeto.

(12) Vid. BLANCHE, R.- "La Methode expérimentale et la philosophie de la physique", Armand Collin, París, 1.969; especialmente la Introducción. Así mismo, LALANDE, A.- "Les theories de l'induction et de l'expérimentation", Paris, Boivin, 1.929; cap. V.

(13).- HANSON, N.R.- "Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science". Cambridge University Press, 1.958 (Traducción española del texto y de "Observation and Explanation: A Guide to Philosophy of Science", Harper&Row Publishers, Inc. 1.971 / con el título: "Patrones de Descubrimiento. Observación y Explicación" Alianza Editorial, Madrid, 1977 pág. 194).

Puesto que el lenguaje científico que utilizamos es un lenguaje matematizado y, por ejemplo, en el caso de la Mecánica Clásica / nuestras ideas están determinadas por las fórmulas que somos capaces / de deducir en este lenguaje matemático, no podemos estar seguros de / que no haya miles de cosas que escapen a este lenguaje y que nunca con cebiremos en el mundo de la Mecánica. Piensese que si no puede hacerse una distinción en el lenguaje, tampoco parece que pueda hacerse conceptualmente. Como dice Hanson "cualquier distinción que quepa hacer en / nuestras ideas mecánicas debe hacerse siguiendo esta notación" (se refiere a la notación de las fórmulas que describen el comportamiento de los cuerpos acelerados en la Mecánica Clásica), (vids. págs 118-119 de "Patrones de Descubrimiento").op. cit.

(14) Vid. BUNGE, M.- "Scientific Research", Parts I and II (New York: Springer Verlag, 1.967) (Traducción española: la Investigación científica; Ariel, Barcelona s/f. Vid. especialmente págs. 448-472).

(15) QUINE, W.O.- "Word and Object". Cambridge, Mass; Technology Press 1.960; pág. 23 (Hay traducción española: "Palabra y Objeto". Edit. Labor, Barcelona, 1.968).

(16) RUSSELL, B.- "Human Knowledge" Its Scope and Limits". Edit. George Allen and Unwin Publishers, London, 6ª Reimpresión, 1.976. (Hay traducción española).

Para Russell, en una ciencia sistematizada "los términos definibles son superfluos y sólo los términos indefinidos son indispensables. Pero la cuestión de cuáles términos han de quedar indefinidos

es en parte arbitraria". ("El conocimiento humano", pág. 253).

(17) SELLARS, W.- "Science, Perception and Reality" Routledge and Kegan Paul, London. (Traducción española "Ciencia, Percepción y Realidad" Editorial Tecnos, Madrid, 1.971. Cap. IV: "El lenguaje de las teorías". Vid. pág. 118).

(18) SELLARS, W.- "Ciencia Percepción y Realidad". op. cit. pág. 119

(19) HANSON, N.R. "Patrones de descubrimiento. Observación y explicación". op. cit. pág. 13

(20) HANSON, N.R. "Patrones de descubrimiento. Observación y explicación". op. cit. pág. 20

(21) RYLE, G.- "The Concept of Mind", Barnes & Noble Inc. New York. (Traducción española, "El concepto de lo Mental", Ed. Paidós. Buenos Aires, 1.967

(22) CARNAP, R.- "Testability and Meaning", en Philosophy of Science, t. 3 (1.936) y t. 4 (1.937). Reimpreso en parte en "Readings in the Philosophy of Science", FEIGL, H y BRODBECK, M (eds.) Nueva York, 1.953. e independientemente por New Haven, 1.954.

(23) STEGMÜLLER, W.- "Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie". "Band II: Theorie und Erfahrung". Springer Verlag, Heidelberg, 1.970 y 1.974. ( Traducción española: "Teoría y Experiencia". Ed. Ariel, Barcelona, 1.979).

(24) WARTOFSKY, M. W.- "Conceptual Foundations of Scientific Thought: An Introduction to the Philosophy of Science", 1.968 ( Traducción española: "Introducción a la Filosofía de la Ciencia". Alianza Editorial Madrid, 1.976 (2ª edición ) pág. 370).

(25) DRIEM P. "La théorie Physique. Son Object et sa Structure". París, Alcan, 1.914, pág. 218.

(26) Vid. a este respecto dos importantes artículos de W. SELLARS, sobre "El lenguaje de las teorías" y "El empirismo y la filosofía de lo mental", en "Ciencia, Percepción y Realidad". op. cit.

(27) HERSCHEL, J.- "A Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy". London, Longman, Rees, Orme. Brown & Green and John Taylor 1.830.

(28) WHEWELL, W.- "The Philosophy of the Inductive Sciences", 2ª Ed.

2 vols. London, J.W. Parker, 1.847. (Varias ediciones posteriores con / ampliaciones y cambio de título).

(30) DUHEM, P.- "The Aim and Structure of Physical Theory" (2ª ed. 1.914 New York, Atheneum, 1.962).

(31) CAMPBELL, N.R. "Foundations of Science" (Anteriormente: "Physics: the Elements, 1.919). New York, Dover Publications, 1.957. Vid. del / mismo autor: "What is Science?" (1.921). New York: Dover Publications, 1.952

(32) HARRE, R.- "An Introduction to the Logic of the Sciences" London: MacMillan, 1.967 (Traducción española, "Introducción a la lógica de la ciencias", Ed. Labor, 1.967) Vid. también, "Philosophies of Science", Oxford: Oxford University Press, 1.972, entre otros.

(33) NAGEL, E.- "The Structure of Science". New York: Harcourt, Brace & World, 1.961 ( Traducción española: "La estructura de la ciencia" Ed. / Paidós, 1.978 (3ª Edición)).

(34) FRANK, P.- "Modern Science and Its Philosophy", New York, George Braziller, 1.955.

(35) POPPER, K. R.- "The Logic of Scientific Discovery". London: Hutchinson & Co. Ltd. (Traducción española: "La lógica de la investigación científica". Ed. Tecnos, Madrid, 1.962 (varias reimpresiones)).

(36) HEMPEL, C. G. y OPPENHEIM.- "The Logic of Explanation", en "Philosophy of Science", 15, 1.948; reeditada por FEIGL y BORDBECK en "Reading in the Philosophy of Science" Appleton-Century-Crofts, New York, 1.953 págs. 319-352.

(37) HEMPEL, C.G.- "The Function of General Laws in History" en Journal of Philosophy, 39, 1.942, págs. 35-48.

(38) Desde el nacimiento de la ciencia moderna, con el enfrentamiento entre el cardenal Bellarmino y Galileo, en cuanto al modo de interpretar el modelo copernicano (según Bellarmino, no podía admitirse más que como un modelo matemático para salvar las apariencias, tal como el propio Oslander, el prologuista de Copérnico, había indicado) queda bien patente que la nueva ciencia nace con una vocación claramente antipositivista. Las teorías científicas no buscan sólo salvar las apariencias no son únicamente teorías positivistas; pretenden hallar la verdad empírica y, por tanto, sus explicaciones apuntan a la realidad, y no a / un mero recurso del cálculo.

(39) Vid. al respecto RUSE, M. "The Philosophy of Biology", Hutchinson & Co. (publishers), Ltd. London, 1.973 (Traducción española: La filosofía de la biología, Alianza Editorial, Madrid, 1.979) especialmente / el capítulo 9.

(40) GOUDGE, T.A.- "The Ascent of Life" Toronto, University of Toronto Press, 1.961; pág. 123-124.

(41) GOUDGE, T. A. - "The Ascent of Life", op. cit. pág. 124. Citado / por MICHAEL RUSE, "La filosofía de la biología", op. cit. pág. 52.

(42) SUPPES, P.- "Set-theoretic Structures in Science". Stanford University, 1.970.

(43) SNEED, J.D.- "The logical Structure of Mathematical Physics", Reidel. Dordrecht, 1.971.

(44) Respecto de la interpretación de las leyes científicas como enunciados "estrictamente universales", puede verse la defensa de la misma por Popper en su "Logic of Scientific Discovery". Así mismo en Hempel, "Philosophy of Natural Science", Prentice Hall, Inc. (Traducción española: Filosofía de la Ciencia Natural, Alianza Editorial, Madrid, 1.973)

(45) MOSTERIN, J.- "Sobre teorías Físicas y Matemáticas" en "Aspectos de la Filosofía de W.V. Quine", Actas del V Simposio de Lógica y Filosofía de la Ciencia; Cullera, 28 y 29 de Junio de 1.974. Teorema, Valencia, 1.976. También, MOULINES, U.- "Hacia un nuevo concepto de teoría empirista", Convivium, 1.973.

(46) Vid. Mosterín,.- op. cit. También podrían enumerarse aquí las observaciones críticas que hace Nagel a la interpretación convencionalista de los axiomas newtonianos de la Mecánica Clásica, considerando que en la misma se hacen tácitamente unas hipótesis empíricas que se apoyan en resultados experimentales. Estas hipótesis empíricas son, según Nagel, "el principio de constancia de la proporción de masa"  $\bigwedge k_1, k_2, t_1, t_2 (PM(k_1, k_2, t_1) = PM(k_1, k_2, t_2))$  "el principio de la positividad de la proporción de masa"  $\bigwedge k_1, k_2, t^2 (PM(k_1, k_2, t) > 0)$ . el "principio de la aditividad de la proporción de masa" (esto es, que es una magnitud extensiva)  $\bigwedge k_1, k_2, k_3, t (PM(k_1 \cup k_2, k_3, t) = PM(k_1, k_3, t) + PM(k_2, k_3, t))$ . Y el principio de la transitividad de la proporción de masa:  $\bigwedge k_1, k_2, k_3, t (PM(k_1, k_2, t) \cdot PM(k_2, k_3, t) = PM(k_1, k_3, t))$ .

(47) KUHN, T.S.- "El cambio de teoría como cambio de estructura: comentarios sobre el formalismo de Sneed", Teorema VII/2, pág. 146. Valencia,

1.977.

(48) Vid. QUINE, W.V. "Word and Object". op. cit. donde hace un análisis muy detallado de su postura al respecto.

(49) Para una caracterización y posterior contraposición de los distintos modos de formalización, desde la axiomática intuitiva al sistema formal puro, vid. LADRIERE, J. "Les limitations internes des formalismes" Edit. Nauwelaerts, Louvain (Traducción española: "Las limitaciones internas de los formalismos", Tecnos, Madrid, 1.969)

(50).- MOSTERIN, J.- "Sobre teorías físicas y matemáticas" op. cit. p. 75  
Recuérdese que  $v = ds/dt$ ;  $a = dv/dt$ ; de donde,  $a = d^2s/dt^2$ .

(51).- KUHN, T. S.- "El cambio de teoría como cambio de estructura: comentarios sobre el formalismo de Sneed". op. cit. pág. 144

(52).- MOSTERIN, J.- "Sobre teorías físicas y matemáticas". op. cit. pág. 82

(53).- KUHN, T.S.- "El cambio de teoría como ....." op. cit. pág. 147

(54) Ibidem. pág. 153

(55).- Kuhn, por ejemplo, dirá en el "Postscript" a la "Estructura de las Revoluciones Científicas": "No process yet disclosed by the historical study of scientific development at all resembles the methodological stereotype of falsification by direct comparison with nature" (pág. 77). Feyerabend, por su parte, en "How to Be a Good Empiricist. A Plea for Tolerance in Matters Epistemological" (en Philosophy of Science", The Delaware Seminar, vol 2, 1.962-63; New York: Interscience, 1.963; págs. 3-39, se dedica específicamente a criticar el dogmatismo del empirismo contemporáneo acerca de la "irrefutabilidad por / investigación experimental" de dicho empirismo ya que, concluye, los hechos no refutan jamás ninguna teoría.

(56) BRAITHWAITE, R.D. "Scientific Explanation"; Cambridge University Press, 1.959 ( Traducción española, "La explicación científica". Ed. Tecnos, Madrid, 1.965 . págs. 36-37.

(57).- MOSTERIN, J.- "Sobre teorías físicas y matemáticas" op. cit. / pág. 80

(58).- LAMBERT, K- BRITTON, G.- "An Introduction to the Philosophy of Science", Prentice Hall, Inc (Traducción española: "Introducción a la Filosofía de la Ciencia", Ed. Guadarrama, Madrid, 1.975; pág. 54).

(59).- Esto lo veremos en las líneas siguientes de nuestro trabajo. En relación con el problema de la "a-causalidad" de las explicaciones científicas, en tanto en cuanto se defiende la idea de que las relaciones causales comportan factores especulativos irracionales, que no tienen cabida en la ciencia, es interesante la obra de E. GUTHRIE, "La Genese et la Valeur de la Connaissance Positive". París, 1.950. En especial vienen a colación con nuestro problema las págs. 214-216.

(60).- HANSON, N.R. "Patrones de descubrimiento. Observación y explicación" op. cit. pág. 154.

(61).- WITTGENSTEIN, L., "Tractatus Logico-Philosophicus". Routledge & Kegan Paul, Ltd. London. (Traducción española, "Tractatus Logico-Philosophicus", Revista de Occidente, Madrid, 1.957). En realidad, lo que Wittgenstein afirma es que "Leyes, como el principio de razón, etc... tratan de la malla y no de lo que la malla describe. Pero en el contexto en el que se da la frase ( nº 6.35 de Tractatus), puede hacerse extensible a la ciencia. Es muy interesante contrastar nuestras aserciones con los puntos 6.3431, 6.3432, 6.35 y 6.36 del Tractatus.

(62) HANSON, N.R.- "Patrones de descubrimiento...." op. cit. pág. 154.

(63) Ibidem. pág. 155

(64) Ibidem. pág. 155.

(65) El concepto de retroducción fue ya introducido por el propio Aristóteles en los "Primeros Analíticos", como vimos en el capítulo II de / nuestro trabajo. Junto al razonamiento deductivo e inductivo, introduce el razonamiento por "apagógé", término traducido por Peirce como / "abducción" o "retroducción". Según Aristóteles, "la relación del término medio al último es incierta (en este tipo de razonamiento), aunque igualmente probable o más probable que la conclusión; o de otro modo, un razonamiento en el que los términos intermedios entre el último y el término medio son pocos en número. Ya que en cada uno de estos casos nos acercamos al conocimiento... puesto que se toma un nuevo término". Según Peirce, por otra parte, ni la inducción ni la deducción / pueden dar origen a ninguna idea nueva. Las ideas de la ciencia llegan por abducción o retroducción. Esta consiste en estudiar los hechos y en inventar una teoría que los explique. A este respecto, cfr. PEIRCE, Ch. S. "Collected Papers", Vol. 1.

(66) Hempel llama a esta opinión "concepción inductivista estrecha de la investigación" y repetidamente ha demostrado cómo no se podría dar

quiera el primer paso de una investigación, en el sentido de seguir el proceso de la concepción inductivista estrecha, al estilo baconiano. Cfr. Philosophy of Natural Science", op. cit. Cap. II.

(67).- HANSON, N.R.- "Patrones de descubrimiento..." op. cit. pág. 165.

(68).- Vid al respecto, BUNGE, M.- "La investigación científica" op. / cit. págs. 495-501; así como STEGMULLER, W.- "Teoría y Experiencia". op cit. págs. 417-444.

(69).- El concepto de construcción interpretativa responde a una concepción del conocimiento como constructor de los objetos científicos; vale decir, la interpretación de los datos de la experiencia, mediante ciertas reglas, da lugar al objeto de conocimiento científico. El objeto de conocimiento científico no es algo que se revele por los sentidos; es una construcción interpretativa, donde se dan cita elementos / constitutivos cuyas propiedades están descritas incluso por abstracciones matemáticas; pero también las propiedades "experimentales" depende mediante reglas de correspondencia, de complicadas asociaciones (que están también en función del éxito que se ha tenido en el pasado al / atribuir unos datos parciales a una totalidad) de las que emerge el / objeto. Estas asociaciones no son únicas. Cambian a medida que cambian las teorías científicas. El mismo acto de "cosificación", esto es, de la unificación de una serie de propiedades sensoriales en un mismo objeto es ya un acto de construcción interpretativa. (Vid. al respecto MARGENAU, H.- "La naturaleza de la realidad física", op. cit. Cap. IV)

En realidad habría que decir que no se da un fenómeno y la / construcción interpretativa de él, sino que el fenómeno es ya la propia construcción interpretativa. El concepto científico es una construcción interpretativa que adquiere significado acerca de su realidad en el sistema representacional de la teoría científica a la que pertenece

Como decía Bachelard, todo concepto científico es una encrucijada de dos bordes: 1.- es una noción precisa; y 2.- es una noción / que ha sido precisada. Esto nos lleva al hecho de que la construcción interpretativa científica no está determinada por la percepción. Las / construcciones interpretativas van variando, permaneciendo el mismo / fenómeno percibido invariable. La conformidad entre teoría y experiencia no es la que existe entre un molde y su vaciado. Es la propia teoría la que va conformando el fenómeno. La teoría no se pliega al fenómeno, adaptándose a él como un guante; más bien deforma el fenómeno, examinado sólo lo que se conforma al molde que impone.



- (70).- BACHELARD, G.- "Le rationalisme appliqué" Presses Universitaires de France, París, 1.972 ( La primera edición es de 1.953). pág. 125.
- (71) Vid. al respecto BUNGE, M.- "Teoría y Realidad", op. cit. págs. 200.-206.
- (72).- BRAITHWAITE, R.B. "La explicación científica", op. cit. pág. 34
- (72-b).- LAMBERT, K- BRITTAN, G.- "Introducción a la Filosofía de la Ciencia", op. cit. págs. 106-107.
- (73).- LAMBERT, K - BRITTAN, G.- "Introducción a la Filosofía de la Ciencia", op. cit. pág 109.
- (74).- EDDINGTON, A.- "The Nature of the Physical World", Cambridge, 1.928; pág. 269 ( Traducción española: " La naturaleza del mundo Físico", Ed. Suramericana, Buenos Aires, 1.945, pág. 311).
- (75).- DAMPIER, W.- "A shorter History of Science", Cambridge, 1.944./ pág. 154.
- (76).- BRAITHWAITE, R.B.- "La explicación científica", op. cit. pág. 69.
- (77).- SELIARS, W.- "Ciencia, Percepción y Realidad", op. cit. pág. 119
- (78).- POPPER, K.R.- "La lógica de la Investigación Científica" Op. / cit. . Vid. especialmente Cap. III.
- (79).- Vid. WARTOFSKY, M.W.- "Conceptual Foundations of Scientific Thought" op. cit. Vid. el Cap. dedicado al estudio de la naturaleza de las leyes científicas.
- (80) BEALS, R / HOTJER, H "An Introduction to Anthropology". The Macmillan Company. New York, 1.965 (Traducción española: "Introducción a la Antropología" Ed. Aguilar, Madrid, 1.971 pág. 156.
- (81).- BACHELARD, G.- "Le rationalisme appliqué" op. cit. pág 146.
- (82).- RUSSELL, B.- "El conocimiento humano". op. cit. pág 258
- (83).- Ibidem pág. 260.
- (84).- HANSON, N. R. "Patrones de descubrimiento...." op. cit. pág. 48.
- (85).- Vid. HANSON, N.R.- "Patrones de descubrimiento....". op. cit. especialmente págs. 200-212.
- (86).- Vid. HANSON, N. R. "Patrones de descubrimiento...." op. cit. pág. 204

(87).- BRAITHWAITE, R. B. "La explicación científica". op. cit. págs. 67-96.

(88).- HANSON, N.R. "Patrones de descubrimiento...." op. cit. pág.227

-----  
(29) (Omitida en el lugar correspondiente).MEYERSON, E.- "De l'explications dans les Sciences", París, Payot, 1.927; Del mismo autor: "Identity and Reality" (1.908) (traducción inglesa: Dover Publications, New York, 1.962.

C A P I T U L O   I V :

EL PROBLEMA DEL SIGNIFICADO Y SU APLICACION AL TEMA

DE LOS CONCEPTOS CIENTIFICOS

ALGUNAS CONSECUENCIAS DE LA TEORIZACION Y MATEMATIZACION DE  
LOS CONCEPTOS CIENTIFICOS EN RELACION CON SU SIGNIFICADO.-

a.- La dimensión teórica.-

Nos hemos detenido en el exámen de la matematización y la teorización de las ciencias; nos pareció muy importante porque no se puede desconocer, en modo alguno, que la matematización y la teorización de los conceptos científicos aportan elementos imprescindibles para el análisis del significado de los términos científicos. En efecto, la significación de tales términos queda en gran medida determinada (quizás casi completamente determinada) por estos dos factores.

Precisamente conviene señalar que, en cuanto integrantes de una teoría y en cuanto enfocados a la explicación de los fenómenos más bien que a la deducción de los mismos, la inclusión de los términos en una teoría estructurada lleva consigo la determinación, en múltiples aspectos, del significado de tales términos. En efecto, no se puede olvidar que la teoría constituye un modelo que se refiere a una interpretación, representación y mediación del sistema real que se pretende estudiar.

Bachelard afirmaba: "(la ciencia) es un cuerpo de conceptos / que se define correlativamente. Es por su cuerpo de conceptos como la ciencia eléctrica se constituye como un dominio de racionalidad física como un sistema de información, tomando, bien entendida, la palabra / información en su sentido filosófico" (1).

Pero Frege sostenía que, mientras en una ciencia exacta como la matemática el significado de los términos podía aislarse ( y entenderse aisladamente ), en el lenguaje ordinario los conceptos han de encuadrarse en su contexto, para adquirir su significado.

Según esto, mientras un término en el lenguaje ordinario no tendría una significación definida, aisladamente considerado, no ocurriría así en un lenguaje científico perfecto, en una "conceptografía" tal como la que Frege aspiraba a construir, donde el significado de los términos podría entenderse aislados del contexto.

Mucho habría que decir sobre esta tesis de Frege y quizás no sería muy difícil argüir razones en contra del mismo, basándose sencillamente en las críticas que su teoría del significado ha recibido desde muy diversos ángulos de la Filosofía Analítica. Aquí bástenos señalar que, si queremos traspasar la dimensión puramente sintáctica del / conceptos y llegar a su dimensión semántica, hay que incluirlo en unas relaciones que no se agotan en las puramente axiomáticas y hay que llegar a un contexto en el que cobra sentido el término correspondiente. Al fin y al cabo, los términos se refieren inmediatamente a un modelo y este mediatiza, como ya hemos dicho, una representación de la realidad. Hay que darse cuenta de que, en términos lingüísticos, la semántica se entremezcla continuamente con la pragmática, y esta, en último / término, también determina el significado de los signos lingüísticos / que se utilizan.

En efecto, en el lenguaje ordinario los términos aislados / pueden estar impregnados de un halo de vaguedad, de una ambigüedad que sólo puede ser superable por el contexto en el que se producen; sirven de este, al mismo tiempo, de procedimiento para determinar el sentido de los conceptos. Pero esto sólo afecta a la vaguedad o ambigüedad de los conceptos; mas ¿qué decir de algo muy anterior a ellos, a su significatividad?.

En un lenguaje como aquel al que aspiraba Frege para la cien

cia, la ambigüedad y la vaguedad quizás pueden quedar perfectamente / eliminadas de los términos; puede que sea posible precisar el significado de los mismos, sin que sea necesario para ello recurrir al contexto. ¿Pero qué decir del hecho de que sea ya significativo? ¿Cómo asegurar nos de que lo es? ¿Cómo determinar su significatividad?.

Tengase en cuenta que uno de los criterios más importantes / para determinar la significatividad de un enunciado consiste en el recurso al contexto; los errores categoriales, por ejemplo, de los que hablaba tanto G. Ryle, quedarán manifiestos sólo cuando recurramos al análisis de los usos de los términos de un enunciado en otro contexto distinto a aquel en el que tienen significado.

Mas, ¿cómo entender el hecho de que determinadas expresiones correspondan a un error categorial?. Sólo mediante el análisis del uso significativo que tiene la expresión en determinados contextos. Ahora bien, esto supone que, en definitiva, lo que tenemos de modo directo / es la ausencia de sentido de una expresión. Recurriendo al concepto de comprensión, habría que decir que no tenemos ninguna prueba directa sobre la comprensión de las expresiones, sólo de la falta de comprensión nos hacemos inmediatamente conscientes. Sólo cuando vemos que no entenderíamos cómo podría afirmarse que tal o cual cosa se dice de tal otra en el mismo sentido en que tal y cual mismas cosas se dicen de tal o / tales otras, entendemos el error categorial correspondiente. Es imprescindible, pues, la referencia al contexto. Ahora bien, en el lenguaje científico el contexto es la teoría a la que pertenece el término. Es / en él donde el concepto adquiere determinadas relaciones y se le declara no apto para determinadas otras, so pena, por ejemplo, de incurrir en un error categorial. Se comprende, pues, la importancia de la teori

zación para el significado de los términos. Y como la teoría, a su vez se da en el contexto del sistema representacional, nuevamente se advierte la importancia de este último.

Ya hemos explicado cómo el mismo concepto que haya de ser tomado como causa de un determinado fenómeno queda determinado en gran medida por la teoría que vaya a acometer la explicación del fenómeno. Si sólo se tratase de una "deducción" en las teorías, bastaría simplemente la dimensión sintáctica. Pero no ocurre así. Una explicación exige una coherencia en cuanto a las propiedades o intensiones que cabe atribuir a los conceptos que vayan a servir de explicación.

Independientemente de la simplicidad del ejemplo y de su muy probable torquedad, no cabe hablar de la atracción que "siente" una partícula de hierro, una limadura, por ejemplo, por un cuerpo imantado; la forma en que se puede hablar de una fuerza de atracción en la teoría actual acerca del electromagnetismo no puede ser en el sentido de una fuerza animista, tal como, muy probablemente, puede sugerir la propia utilización de la palabra "fuerza" o "atracción" en el lenguaje ordinario, para aquel que por primera vez se enfrenta a la explicación de los fenómenos electromagnéticos en un libro de Física elemental.

Se cometería un error categorial, pues, al atribuir al concepto de fuerza con que es atraída la limadura de hierro por un electroimán determinadas propiedades psicológicas. ¿Pero cómo se determina esto? Mediante la teoría en la que se encuadra el término atracción o repulsión electromagnética y la naturaleza de la explicación que se pretende dar de este fenómeno mediante la correspondiente teoría; en otras palabras: mediante la determinación de la teoría y del sistema representacional en el que aparece dicha teoría.

La naturaleza de la explicación vendrá determinada por el sistema representacional en el que surge la teoría; por ello, en última instancia, el significado de los términos científicos vendrá también condicionado por ese sistema representacional. La naturaleza de esta explicación vendrá determinada por los objetivos que se plantea la ciencia correspondiente a la que pertenece la teoría, la metodología aceptada y la dirección en que normativamente deberán encaminarse en sus explicaciones las teorías científicas. Haciendo una distinción entre significancia y significado, entendiendo lo primero como aquello que permite que los términos tengan o no significado, (sólo de los términos que tienen significancia cabe buscar cuál es su significado) se podría decir que el contexto determina la significancia mediante el sistema representacional, mientras que determina el significado mediante las teorías.

Veamos aún otro ejemplo. Situemosnos frente al término "calor". No se puede sostener ingenuamente, en el contexto de la actual teoría cinética del calor la siguiente expresión: "el calor contenido en un cuerpo...". En el lenguaje ordinario decimos "tengo calor", no así en el lenguaje científico actual. El concepto de calor, desde que se abandonó la teoría del calórico no nos remite a una entidad tal que pueda estar contenida en un sistema físico. El calor consiste precisamente en el paso de energía de un sistema a otro. Un sistema cede calor a otro, si está a mayor temperatura que éste; pero el calor que "cede" no es una sustancia que contuviese previamente dicho sistema.

¿Qué es lo que determina, pues, las propiedades que adquiere o pierda el término "calor" (en nuestro caso, la "almacenabilidad" del calor)? Obviamente, la teoría en la que se utiliza este término.



Al decir "el calor contenido en el cuerpo "x"" desde la teoría del calórico, no se está cometiendo ningún error categorial y la expresión / tiene completamente significado; al decirlo desde la actual teoría cinética del calor, estamos incurriendo en un error; en esta última teoría dicha frase no es significativa.

En otras palabras, la teoría determina las propiedades que / se van a atribuir a los términos y la naturaleza de estos. Si todo conocimiento es interpretación y no se da conocimiento más que de una / "realidad-interpretada" a través de un lenguaje, el lenguaje teórico, la teoría correspondiente en tal lenguaje determina la interpretación del término en cuestión.

De este modo, podemos decir que en el estado actual de la / termodinámica, carece de sentido la expresión "el calor contenido en / un cuerpo". El criterio de significatividad viene determinado por la / teoría correspondiente. Y este criterio de significatividad es muy anterior en importancia al criterio de exactitud, depende del enfoque / teórico que subyace al empleo de los términos; por eso pensamos que no se puede explicar adecuadamente el significado de un término tomándolo de modo aislado.

Bachelard en "*Le pluralisme cohérent de la Chimie Contemporaine*" analiza cómo las propiedades de los cuerpos en Química se van a determinar mediante el recurso a otros cuerpos. El concepto de sustancia, pues, del realismo y del sustancialismo ingenuamente entendidos debe cambiar. La revolución que aporta la tabla periódica de los elementos es una revolución en la significación de los términos, al cambiar la teoría que los maneja. Los nombres subsisten, pero los conceptos han cambiado por completo. De manera que el conocimiento de una /

substancia particular es precisado, afinado y multiplicado por el conocimiento de otra sustancia diferente, o mejor aún, por el conocimiento extensivo del conjunto de las substancias.

El ejemplo no es único, Feyerabend, para apoyar su tesis sobre la negación de la reductibilidad de unas teorías científicas a las otras, niega la supuesta reducción de la Física de Galileo a la Física de Newton; lo mismo ocurre, según él con la reducción de la mecánica newtoniana a la teoría de la relatividad. Las teorías de Newton son lógicamente incompatibles con las de Galileo y Kepler, porque algunas consecuencias de estas se oponen a la teoría de Newton; otro tanto ocurre entre Newton y Einstein. "El significado, nos dirá, de todo término que usamos depende del contexto teórico en el que aparece. Las palabras no "significan" nada aisladamente; obtienen su significado al formar parte de un sistema teórico. En consecuencia, si consideramos dos contextos con principios básicos que, o bien se contradigan entre sí, o bien conduzcan a consecuencias inconsistentes en ciertos dominios, cabe esperar que algunos términos del primer contexto no aparezcan en el segundo exactamente con el mismo significado" (2)

Por su parte Kuhn también niega la reducción posible de la Física de Newton a la Física de Einstein. Aún considerando velocidades bajas (la física newtoniana sería un caso límite de la einsteiniana), la similitud es sólo aparente. Los conceptos de unas y otras leyes son muy distintos. La masa newtoniana se conserva, mientras que la de Einstein se convierte en energía. La velocidad (añadiríamos nosotros) es una magnitud extensiva en la física newtoniana, no así en la física relativista.

De este modo tal vez se pudiera decir que el criterio de sig

nificatividad de los conceptos científicos está determinado por el con texto consistente en la propia teoría en la que aparecen; y que el cri terio de exactitud vendría determinado, por otro lado, por el aspecto matemático de las teorías científicas matematizadas, tal como veremos a continuación. Tal vez convendría añadir que el criterio de verificabilidad, o cualquiera de sus sustitutos (independientemente ahora de toda la problemática filosófico científica que dichos criterios arrastran), quizás vendría determinado, a su vez, por el sistema representacional en el que se sitúan las teorías científicas correspondientes. / (Por eso, desde cierto punto de vista, podría decirse que todas las / teorías encuentran "sus" hechos que las confirman).

b.- La dimensión matemática.-

A veces no nos damos cuenta del gran papel que la matemática está jugando en nuestras vidas y en nuestra concepción del mundo; sin / embargo difícilmente podríamos exagerar su importancia. "La influencia de las matemáticas sobre nuestra civilización ha sido generalmente oculta a la vista. La mayor parte de la gente, aunque completamente consciente de la influencia revolucionaria de la radio, no sabe que la existencia de las ondas de radio fue predicha matemáticamente y que, si no / fuera por las matemáticas estas ondas no hubieran sido nunca descubiertas. El influjo más reciente, igualmente revolucionario en sus efectos es muy perceptible. Es el computador electrónico, un gigante en tamaño y potencia" (3).

Siendo la matematización del término su criterio de exactitud, la dimensión matemática del mismo en las teorías científicas es / muy importante. La matemática, ya lo hemos dicho, aporta a este respecto dos dimensiones capitales:

1.- Por una parte sirve como instrumento de cálculo, como de terminante de la exactitud de los conceptos (entre otras cosas) y de / sus relaciones sintácticas con los demás, sirviendo al mismo tiempo como instrumento de predicción.

2.- Pero además sirve como generadora de conceptos de tal modo que, gracias a ella, multitud de términos inexpresables, inefables en otros lenguajes, permiten ser sacados a la luz y expuestos en los / enunciados de las teorías. Ya hemos dicho cómo la matemática no es sólo una forma de lenguaje, es una forma, sobre todo, de pensamiento.

La idea no es nuestra; la hemos obtenido de Bachelard, y así la reproducíamos al recoger una cita a este respecto en la primera parte de nuestro trabajo. Es más, la matemática permite la extensión de / las teorías mediante el establecimiento de correspondencias funcionales entre fenómenos que son de naturaleza muy diferente; (entre, por ejemplo, la descarga de un condensador eléctrico y la acción de un resorte extendido mediante un peso; esto es, entre un fenómeno eléctrico y un fenómeno mecánico).

Bachelard hace un estudio sobre la correspondencia de nociones en un fenómeno, como la descarga de un condensador, de naturaleza/ eléctrica y el movimiento de un resorte estirado por un peso, de naturaleza mecánica, mediante la utilización de la matemática. Hay una correlación entre las ecuaciones matemáticas. La matemática, pues, como instrumento de trabajo establece una "correspondencia funcional que es completamente independiente de las imágenes mecanicistas que se puedan formar sobre la electricidad. No es por imágenes mecanicistas como se van a hacer las analogías funcionales. Las correspondencias se establecerán por las matemáticas, por la racionalidad, considerando de ellas/

el papel de los coeficientes en el aspecto algebraico de las leyes"(4)

Una de las características de las matemáticas consiste, pues en que su propia abstracción les permite representar sucesos físicos que son muy diversos aparentemente; estos sucesos jamás se relacionarían si nos ateniésemos a una fenomenología del primer contacto con la realidad. Las ondas de agua, por ejemplo, las del sonido y las de radio se representan todas en una ecuación de derivadas parciales, conocida de hecho como la ecuación de ondas.

De acuerdo con ello, la matemática se puede aplicar al estudio de un fenómeno particular (históricamente, en nuestro ejemplo, se comenzó con el estudio de las ondas de sonido) y es la propia matemática la que nos proporcionará un conocimiento adicional de tal fenómeno, mediante la investigación sobre la propia ecuación matemática, y / de este modo aplicarlo a otros fenómenos (posteriormente, en nuestro ejemplo, las ondas de radio).

Pero al mismo tiempo que la matemática permite la extensión de las teorías, "limita" lo que puede ser pensado en relación con los términos teóricos. Los límites del pensamiento matemático son los límites del mundo intrateórico en las ciencias matematizadas, podríamos decir, parafraseando a Wittgenstein. Algo de esto vemos cuando analizamos los conceptos intervinientes en la dinámica clásica. Todo aquello que no pudiera ser recogido y expresado en las fórmulas de que se dispone en esta teoría, no pueden entrar a formar parte de la teoría correspondiente. Desde el momento en que se produce la matematización del concepto, desde el punto de vista intrateórico es imprescindible / circunscribir las nociones científicas y no hacerles sobrepasar su significación matemática.

Sin embargo, conviene señalar que las matemáticas no agotan, ni mucho menos, la dimensión significativa de los términos teóricos. / Ya hemos dicho que la matematización puede ser criterio de exactitud, pero no de significatividad (al menos de modo exclusivo). No conviene/ olvidar que la "verdad lógico-matemática queda reducida al valor de su propio lenguaje" (5) y que, aunque, según Bachelard, la fórmula matemática es la piedra clave de la evidencia, se corre el peligro en la definición operativa de confundir el abstracto matemático con la realidad completa.

En efecto, en la representación matemática se tiene la parte numérica de una variable que es modelo de otra variable de la realidad. De modo que los conceptos teóricos científicos son objeto de una doble mediación interpretativa en las teorías científicas matematizadas: / Por una parte hay que tener en cuenta que el referente objetivo real / queda determinado como referente mediato, ya que la teoría se refiere a un modelo de un sistema real; pero al mismo tiempo, sobre el referente mediato la matemática construye unos elementos "vicarios", "simbólicos", que, por tanto, no son elementos absolutos y completos por así / decirlo.

Mediante la matematización se establece una referencia numérica con el término matematizado; mas el término matematizado se refiere sólo a un elemento del modelo correspondiente al sistema real que / se está analizando; de manera que el término matematizado no agota por completo el elemento correspondiente del modelo; y este, a su vez, tampoco agota el elemento correspondiente a la realidad. Se produce, pues, en esta doble mediación de que hablamos, una progresiva eliminación de elementos de la realidad, que nos parece muy importante señalar.

Tomemos, por ejemplo, el concepto de "masa". Cuando decimos que la masa de un cuerpo "e" es igual a "n" en el sistema "s", esto es " $m(e,s) = n$ ", debemos darnos cuenta del hecho de que el elemento "n" que se maneja en los cálculos matemáticos no es, por así decirlo, el concepto "entero" de "m", sino sólo su parte numérica.

En efecto, aquí manejamos los siguientes elementos: por un lado "e" que es un elemento de un modelo de un sistema supuestamente real, o para hablar con más exactitud, es una variable objeto, que pertenece a un conjunto "E" de modelos de sistemas reales. Por otra parte "s" es un elemento de un conjunto construido (un constructo), al que vamos a llamar "S", consistente en el conjunto de sistemas de medidas de los que puedan tomarse las unidades de medición de "m" correspondientes. Por último "n" es un elemento de un conjunto de números reales positivos,  $R^+$ .

De manera que la masa no es una variable numérica, no es sólo el valor "n" que manejamos en los cálculos, sino una función de aplicación del producto cartesiano de E y S sobre el subconjunto N del conjunto  $R^+$ .

Esto es, podríamos escribir  $M : E \times S \rightarrow N \subset R^+$ , tal que cuando decimos " $m(e,s) = n$ ",  $e \in E$  y  $s \in S$  y  $n \in N$ ; y mientras que "e" representa un elemento de un modelo de algo real, es una variable objeto, tanto "s" como "n" pertenecen a los constructos "S" y "N"; cuando nos quedamos en la mera consideración de "n" nos estamos limitando al enfoque momentáneo de uno de los ingredientes del concepto de masa: su variable numérica en un sistema de medidas que permite su aritmetización.

Hemos dicho que toda teorización prescinde de muchos elemen

tos del sistema real sobre el que se aplica. A esto hay que añadir que la matematización acumula aún más restricciones en cuanto a los elementos de los que se prescinde. (Recuérdese, al respecto, que ya Aristóteles había observado meridianamente este fenómeno en su teoría de los / grados de abstracción. No comprendemos cómo muchos manuales de Filosofía de la Ciencia ignoran este hecho, no sé si deliberadamente, de una forma olímpica).

Como mediante la aplicación del método matemático sólo se toma la variable numérica del concepto entero, debemos precavernos porque los números que se dan como variables numéricas no nos hagan olvidar / que el término correspondiente, en virtud del modelo teórico, no es sólo algo numérico, sino que es una función de aplicación de un conjunto determinado, construido en parte en base a un conjunto de sistemas reales sobre un conjunto de números.

Las anteriores reflexiones, en cuanto indican la existencia de unos constructos convencionales (sistemas de medidas) que permiten la aritmetización del concepto, no deben, sin embargo, hacernos caer / en la idea de que, por este procedimiento, se desemboca en un conven-/cionalismo claro dentro de la ciencia matematizada. En las matemáticas se prescinde de elementos y en la teorización se determinan sólo cier-tas funciones del sistema real, pero debemos constatar también que las determinaciones de los elementos a tomar en cuenta no proceden exclusivamente de la matemática y de la teoría; también influye, de modo muy notorio, la experiencia.

Así, por ejemplo, en la simple determinación del fenómeno de la ebullición del agua se puede recurrir a la escala convencional que se desee (Celsius, Reamour, Farenheit, Escala Absoluta ) y se prescin-



de de ciertos elementos del sistema real ( por ejemplo, no se considera variable interviniente el lugar de donde procede el agua que estamos tomando); pero no se puede prescindir, por ejemplo, del lugar donde se está produciendo el fenómeno de la ebullición, en el sentido de que la presión atmosférica (altura sobre el nivel del mar) en dicho lugar sí es una variable interviniente. De aquí que , aunque la escala / sea convencional, la función temperatura depende de varios argumentos que no pueden ser todos puramente convencionales. Además la convencionalidad de la escala queda muy reducida por otras consideraciones de / tipo empírico: consideraciones acerca de la simplicidad de las teorías que indirectamente se refiere al modo más simple de tratar los fenómenos reales, consideraciones acerca de la fecundidad, que permita leyes más simples, etc...

c.- Hacia la cuestión del significado.-

Una vez examinada la importancia que, a nuestro entender, / tiene los elementos teórico y matemático, en el significado de los términos científicos, sería interesante señalar la problemática correspondiente al propio tema del significado; quizás, de esta manera se consiga ver mejor que éste no depende ni puede agotarse en una simple consideración matemática y teórica de los términos significativos.

En nuestra opinión esto no basta; hay también que superar la pura dimensión intrateórica. De lo contrario se hace bastante difícil dar cuenta racional de fenómeno del progreso científico así como de / las distintas inflexiones que un término ha ido adquiriendo en la marcha del saber científico con el correr del tiempo.

Si nos encerramos en la pura consideración intrateórica, el avance científico se nos presentaría como una creación continua carte

siana. Cada nueva teoría habría de cosas completamente distintas. La evolución del saber científico constituiría una serie discontinua de / saltos en el vacío, cosa que intuitivamente nos parece muy alejada de la realidad histórica y de los testimonios personales de los propios / científicos que viven las épocas de cambios en las crisis de las teorías científicas.

Desde la simple perspectiva intrateórica, de un sistema ya construido, se escapan muchos elementos importantísimos intervinientes en el conocimiento científico. Así, con relación a la matemática, el / sistema es el producto que oculta la intuición genial que dio lugar a la construcción del propio sistema; en la matemática objetivada en un sistema teórico no se aprecian las limitaciones y los fracasos de la propia matemática. Ha de ser el espíritu científico desde fuera de la matemática completamente formalizada, el que descubra estas circunstancias; y este espíritu está objetivado, en cierto modo, en lo que hemos dado en llamar el sistema representacional sobre el que se apoyan las teorías científicas.

Por otro lado, si consideramos la teoría científica, nos encontramos con similares limitaciones desde esta perspectiva. Consideradas en sí mismas, las teorías pueden reducirse al modelo hipotético de ductivo de la explicación nomológica de Hempel y Oppenheim; mas este / modelo nos parece claramente insatisfactorio. Hay algo que el espíritu capta y que se escapa a este modelo de teoría científica. Los elementos científicos objetivados en unos términos tienen una significación que, fuerza es decirlo, no se agota en la propia teoría; no basta por ello la pura consideración intrateórica. Los conceptos científicos tienen / una vida teórica pero al mismo tiempo tienen una vida extrateórica; de

manera que los datos observacionales, que quizás estén presentes en / función de una teoría, son relevantes no sólo para la teoría, sino para algo más amplio que ella misma, algo en el seno de lo cual pueden establecerse las comparaciones entre teorías: el sistema representacional.

El término científico tiene una función de designación y / otra de explicación. La designación del término en una y otra teoría se dice a veces que es la misma; pero no ocurre así, por el contrario en la explicación.

De esta manera se intenta defender la idea de la evolución continua del progreso científico. Pero ahora estamos en un terreno / más complicado. No se puede suscribir esto de un modo tan simple. Quizás el término científico designe también cosas distintas, tal como / quiere Feyerabend y otros; pero son cosas distintas intrateóricamente consideradas; extrateóricamente el mismo término sirve para identificar algo que explicativamente significa de modo distinto; pero dentro de / este contexto extrateórico, designativamente puede ser lo mismo, puede responder al mismo problema que el espíritu científico tiene planteado; y en este sentido la continuidad del progreso científico puede defenderse frente a los enfoques "revolucionarios" de tipo kuhniano.

Necesitamos, pues, enfrentarnos con el problema del significado de los términos; para esto analizaremos las diversas teorías sobre el significado y aplicaremos las conclusiones que obtengamos al caso específico de los términos científicos. En este sentido, los estudios llevados a cabo por la Filosofía Analítica nos servirán de hilo conductor en nuestra exposición; fundamentalmente esperamos llegar a la misma conclusión a que hemos llegado antes desde otro ángulo.

### EL PROBLEMA DEL SIGNIFICADO

Debemos señalar desde un primer momento que el signo lingüístico puede entenderse como elemento de comunicación o bien como elemento de significación. Como elemento de comunicación ya lo hemos tratado aunque sea someramente, en la primera parte de nuestro trabajo; allí hemos expuesto su función dentro del proceso de comunicación en el / que se emite. Vamos a detenernos ahora en la consideración del signo/ como elemento de significación.

La "cuestión del significado" ha hecho correr ríos de tinta desde los primeros años de nuestro siglo XX. El filósofo Paul Henle, / en una frase feliz que se ha hecho célebre la ha caracterizado en su / obra "The Problem of Meaning" como el "problema del siglo". "Apenas es exagerado, -ha dicho,- pretender que el problema del significado es el problema de este siglo" (6).

Sería, pues, una pedantería imperdonable y una simplificación inadmisibles, pretender que trataremos de modo exhaustivo el problema / en las páginas que siguen, o proponer una solución definitiva, adhiriéndonos, de modo más o menos dogmático, a algunas de las soluciones propuestas, o elaborando una solución alternativa que pretendiera sancionar la cuestión.

De cualquier modo, esperamos que las siguientes consideraciones sobre las teorías del significado, aplicándolas al tema concreto del lenguaje científico, puedan contribuir a esclarecer el tema que es tamos examinando en nuestro trabajo.

En su informe ante el XII Congreso de Filosofía, sobre el es tado actual del problema del significado - "Meaning and Intentionality" A. J. Ayer exponía cuatro tipos de intento de solución, cada uno de /

los cuales proponía una teoría distinta acerca del significado (7).

Intentaremos analizar cada una de estas teorías bajo los siguientes epígrafes:

- 1.- Teoría referencial del significado.
- 2.- Teoría del significado como imagen mental
- 3.- Teoría del significado de origen fregeano
- 4.- Teoría del significado como uso.

Al exponer cada una de ellas haremos aplicaciones a situaciones concretas y casos específicos del lenguaje científico. En realidad lo que pretendemos es analizar algunas de las dificultades que, en el caso de los términos utilizados en el lenguaje científico, se plantean a cada una de las distintas teorías que se proponen sobre la naturaleza del significado. Por ello, desde ahora mismo distinguiremos dos dimensiones dentro del problema del significado: la dimensión ontológica y la dimensión lógica.

Aunque ambas dimensiones son, en definitiva, inseparables, y constituyen las dos caras de un mismo problema, debemos indicar aquí / que nosotros vamos a examinar el problema desde una óptica eminentemente lógica; esto es, desde la geografía lógica ( en expresión de Ryle ) del significado de los términos científicos.

Para el análisis del problema del significado de los conceptos científicos, obviamente, tomaremos como objeto del estudio el significante del concepto, esto es, el término correspondiente. Sólo a / partir del significante parece que se pueda preservar la intersubjetividad en la discusión; de esta manera evitamos perdernos en "intenciones", "procesos mentales subjetivos", etc... que pueden, en último término, oscurecer el análisis; pero en última instancia, conviene no ol

vidar que el significante es tal, en cuanto lo es de algo que significa: el concepto correspondiente.

Signo y significado forman una unidad que sólo es descomponible por abstracción. No hay signo sin significado, y viceversa. Los / signos, si por cualquier circunstancia no son entendidos, dejan en ese mismo momento de serlo y se quedan reducidos a meros acontecimientos / materiales. Y los significados, sin vehículos que los sostengan, sin / signos que los soporten, no son nada, no existen.

De aquí que el problema del significado deba sustentarse necesariamente en el análisis de los significantes; esto es, de los portadores materiales de significados; y esto implica que este análisis / haya de llevarse a cabo directamente sobre los propios términos. Ello, sin embargo, no significa que se renuncie por esto a hacer referencias a "nociones" y "conceptos" que, por decirlo así, estarían detrás de es tos términos.

Ni que decir tiene que entendemos la palabra "concepto" con una amplitud mayor a la correspondiente de "imagen mental"; de hecho, en el lenguaje científico las imágenes mentales están ausentes en muchos conceptos teóricos, sin que por ello reconozcamos en ellos más en tidad que la de un simple "flatus voci".

Ya los estoicos definieron los siguientes elementos: a) el / "semainon", como signo propiamente dicho, en cuanto entidad física; / b) el "semainomena", o aquello que es dicho por el signo y que no representa una entidad física (tal como decían los estoicos, "lo que no es captado por los bárbaros") y c) el "pragma" u objeto al cual se re fiere el signo (objeto, acontecimiento o acción físicos). Estos eran / los tres elementos constituyentes del proceso sónico para los estoi-

cos.

Basandose en esta clasificación, Ogden y Richards propusieron su célebre diagrama, en el que distinguían, dentro de la situación significativa, los siguientes elementos:

a) el símbolo, b) el referente y c) la referencia o pensamiento.(8)

El triángulo de Ogden y Richards ha servido de base e ilustración a innumerables trabajos sobre el particular; sin embargo, por ello mismo, este esquema ha sido muy criticado desde muy diversas perspectivas.

Así, por ejemplo, Johnson distingue como elementos relevantes en la situación significativa los siguientes: a) el hablante, b) el símbolo o referencia y c) el oyente o referente, con lo cual no permite / que entre dentro de su consideración propiamente el problema del significado.(9).

Por su parte, Christensen, criticando este célebre triángulo señala cinco elementos relevantes en la situación significativa:

a) el complejo de sonidos o letras, b) el signo o expresión, c) el objeto real, d) el significado y e) los seres humanos para los / que son válidos estos signos, admitiendo el problema del significado / en el análisis de la situación significativa. (10).

Conviene señalar que las críticas al triángulo de Ogden y Richards van encaminadas principalmente a dos fines: a denunciar la hipotasiación que se hace del significado, precisamente provocada por el / propio esquema elaborado por estos autores, y a hacer notar el papel / relevante del elemento de comunicación (la otra cara de la moneda) dentro de la cuestión del signo como elemento expresivo, insistiendo para

ello en el papel que juegan los hablantes y oyentes en la situación /  
sémica en la que se produce la emisión de los significantes.

Como hemos de ver más adelante, estos mismos problemas se nos  
han de plantear al analizar las distintas teorías sobre el significado.  
Por todo ello, sin más por ahora, pasamos a una exposición de las teo-  
rías enumeradas anteriormente.

#### TEORIA REFERENCIAL DEL SIGNIFICADO

De acuerdo con esta teoría, el significado de los términos y  
expresiones lingüísticas se entiende como los objetos y hechos a los /  
que aquellos hacen referencia. Un defensor eminente de esta teoría es  
Rudolf Carnap, quien la expuso en su obra "Meaning and Necessity" ( 11)

Carnap, por ejemplo, afirmará en relación a términos tan dis-  
cutidos en el análisis filosófico como "rojo", que el significado de /  
este término es "aquel carácter físico de la cosa que el físico expli-  
ca como cierta disposición para una reflexión selectiva" (12).

En opinión de Alston se puede hablar de dos versiones de la  
teoría referencial; según la más elemental de ellas, el significado de  
una expresión es aquello a lo que esa expresión se refiere. La segun-  
da versión, más sofisticada, sostiene también que para que una expre-/  
sión tenga significado, esta debe referirse a algo distinto de ella /  
misma, pero se mantiene en ella que "el significado de una expresión /  
debe identificarse con la relación entre la expresión y sus referentes  
esto es, que lo constitutivo del significado es la conexión referen-/  
cial" (13).

De las múltiples dificultades con las que ha de enfrentarse  
esta teoría del significado tendremos que señalar precisamente aque -/



Has que nos parecen más relevantes en el caso del lenguaje científico de las teorías, tema que en realidad es el que nos ocupa.

No obstante conviene señalar que algunas dificultades, al parecer muy difíciles de salvar en el lenguaje ordinario dejan de tener todo su sentido en el lenguaje científico y no sirven como crítica a / dicha teoría. Esta, quizás, pudiera ser una circunstancia que ayudase a entender el éxito que la orientación neopositivista ha alcanzado en algunos círculos científicos, en épocas recientemente pasadas.

Así, por ejemplo, en el lenguaje ordinario se opone a esta teoría la dificultad de que puedan existir expresiones con distinto / significado y un mismo referente, tal como en el célebre ejemplo propuesto por Russell sobre "el autor de Waverley" y "sir Walter Scott"; como se ve fácilmente, ambos se refieren a la misma persona, y sin embargo, no tienen el mismo significado. Es lo mismo que ocurre con las expresiones "el lucero vespertino" y "el lucero matutino", ejemplos propuestos por Frege para indicar que el significado debe consistir en algo más que la pura relación entre el término lingüístico y el objeto / referido. (14).

Mas, en el ideal del lenguaje científico, cada expresión distinta debe corresponder a un referente distinto y sólo a un referente; y viceversa. Es ideal del lenguaje científico la eliminación, tanto de la sinonimia como de los restantes fenómenos semánticos que produzcan / ambigüedad significativa; por ello, una teoría científica bien propuesta, correctamente formulada, obviaría esta dificultad, para el caso de los significados de los términos teóricos correspondientes: en el lenguaje científico perfecto el término se refiere a un referente bien / determinado y sólo se hará referencia a él mediante este término.

Otro tanto ocurrirá con otra de las dificultades con las que ha debido enfrentarse la teoría referencial del significado; nos referimos en estos momentos al problema de los términos índices.

Sabido es que los llamados términos índices tienen el mismo significado para el caso de distintos referentes, según el usuario y las ocasiones en que se utilicen; términos como "yo", "aquí", "esto", etc... tienen el mismo significado cada vez que se los utiliza, pero en cada ocasión pueden referirse a cosas diversas. De este modo es muy difícil compaginar la teoría referencial del significado con la existencia de estos términos índices. De cualquier modo esta dificultad tampoco aparece en el caso del lenguaje de las teorías científicas.

En las expresiones donde intervienen los términos indicadores, como "esto", "tú", "aquí", etc... parece legítimo e imprescindible que exista el referente para que dichos términos tengan sentido. La expresión "este es Juan" parece que sólo tendría un uso legítimo cuando en una determinada región de espacio-tiempo exista alguien a quien la expresión se refiere. En estos casos, el referente parece ocupar una / parte importante, si no imprescindible, del significado; pero sin embargo, la referencia no estaría fijada idénticamente en todas las ocasiones.

Son estas, justamente, las expresiones que quedan desechadas en el lenguaje teórico científico admisible por la "ciudad científica". No hay razón para expandir lo que ocurre con los términos índices a una teoría general del significado, pero mucha menos razón habrá para aplicarla a una situación en la que los términos índices no tienen cabida. Al no tener cabida los términos índices en una exposición / aceptable de una teoría, no afectan a esta exposición los problemas de

tales términos.

Sin embargo, precisamente ocurre que el significado de los / términos teóricos no parece tener en múltiples ocasiones nada que ver con sus referentes; piénsese en los casos en los que se puede hablar del significado de los términos que nombran entidades teóricas, independientemente de que estas existan o no. Precisamente se puede hablar de expresiones con significado que carecen de todo posible referente, ya que la teoría los contradice, o han sido abandonados, al abandonarse / la teoría correspondiente; tal, por ejemplo, "el número natural mayor de todos", "el decimal finito, cuyo valor equivale a la raíz cuadrada de dos", "el flogisto contenido en un cuerpo", etc.. etc...

Si tenemos en cuenta que quizás sólo en los términos índices es necesaria la referencia para que haya significado, y que precisamente estos son los términos de los que se prescinde en el lenguaje teórico, hay que concluir, por tanto, que el significado de los términos / teóricos es independiente de su referencia.

En un lenguaje científico intersubjetivo las expresiones deícticas deben ser eliminadas; no tienen cabida en este tipo de lenguaje. Por ello, la dificultad apuntada para la teoría referencial del significado quedaría totalmente fuera de lugar en este caso, pero a pesar / de ello, todavía siguen quedando dificultades insalvables para esta / teoría. Una de ellas, como hemos visto, se encuentra en la existencia de términos teóricos significativos similares a los que hemos citado / antes, esto es, los términos que hacen referencia a entidades teóricas que posteriormente han resultado no existir, o cuya existencia contradicen los propios axiomas de la teoría.

¿Se ha de concluir de los términos teóricos que resultaron /

no existir que carecen de significado? ¿Cómo resolver, pues, desde la teoría referencial este problema? ¿Es que hay que concluir en que sólo tienen un significado aparente? esto último todavía podría, quizás, decirse de aquellas expresiones que resultan ser contradictorias con los axiomas de la teoría, pero, ¿qué decir de aquellas expresiones que se / referían a elementos empíricos que resultaron no existir, y cuya existencia no encerraba ninguna contradicción?.

Si la teoría referencial tiene razón, las expresiones que resulten no tener ningún objeto de referencia y las que resulten ser falsas carecen, propiamente, de significado. Esto, sin embargo, según nos parece, llevaría a la identificación entre dos conceptos bien distintos esto es, "tener significado" y "ser verdadero"; cuando una expresión sea falsa, debe carecer de sentido; pero ello es algo que se compagina muy mal con el proceso real histórico de la evolución de las teorías / científicas.

Precisamente porque tiene significado, se puede decir que un término que pertenece a una expresión la convierte en errónea. Parece que lo que hace que una expresión tenga significado es algo lógicamente independiente y anterior a aquello que hace que una expresión sea / verdadera. "Aunque hay un sentido en el cual las expresiones utilizadas deben ser acerca de algo para ser significativas, o mejor, para ser / significativamente utilizadas, las expresiones no son acerca de aquello a lo que podría hacer referencia o acerca de lo cual podrían ser / verdaderas"(15).

Habría que concluir, en el caso de admitir la teoría referencial del significado para el lenguaje científico, que todas las proposiciones que se enunciaron acerca del "éter", del "calórico", de "las

fuerzas vitales", etc... y tantas otras entidades teóricas que han ido quedando eliminadas conforme se han ido abandonando las teorías correspondientes con el progreso del conocimiento científico eran proposiciones, no falsas, sino carentes de significado. (Y esto en caso de que / no se interpreten las teorías científicas como reglas para interpretar el mundo, tal como, por ejemplo, las interpreta Toulmin (16); en este último caso, ni siquiera se podría decir que eran falsas, sino que no eran válidas).

Pero es algo muy claro que los científicos han utilizado estas expresiones con plena consciencia de aquello que las mismas significaban, y ello a pesar de que el referente haya resultado no existir posteriormente. Precisamente porque conocían el significado de estas / expresiones es por lo que propusieron teorías alternativas que las / eliminaban. No hubieran podido hacerlo en el caso de que estas expresiones no hubieran tenido significado, ya que no hubieran entendido / lo que realmente habían querido decir.

Otro tanto podría decirse en relación con la cuestión de / las variables intermedias, que aparecen en multitud de teorías científicas. Existen muchas variables que sólo se utilizan en las teorías científicas como meros auxiliares del cálculo, sin pretensión de que / tengan una correspondencia con lo real. ¿Cuál sería el significado de estas variables?, ¿cómo encontrar su referente?.

Se podría, quizás, argumentar que "existir" no es sino "existir en un contexto", de tal modo que podría hablarse de existencia sólo en relación al contexto correspondiente en el que se utilizasen / los términos; un ser existiría en el contexto en el que utiliza un / término para designarlo.

En el contexto de la mitología, por ejemplo, existirían los centauros; de la misma manera, se podría afirmar que, en el contexto / de la teoría correspondiente, los conceptos de "éter", "calórico", etc. tendrían su existencia y por tanto su significado, ya que habría un referente para los mismos. Así se podría preservar el sentido de tales / términos. A este respecto, por ejemplo, Bunge afirma en un artículo / que "el ser no tiene sentido y el sentido no tiene ser" y defiende la idea de que existir es existir en un contexto. (17).

¿Pero realmente, existir es sólo esto? ¿Hasta qué punto podemos admitir estas reflexiones, guiadas muchas veces por el sólo intento de preservar la teoría referencial?. Hay un contexto lingüístico y un contexto cultural; con relación a este último, si se nos dijese / que se existía en un contexto cultural, cabrían reflexiones muy interesantes desde nuestra adhesión a la teoría de la semiosis ilimitada; pero si se habla de existir en el contexto de una teoría, y se entiende la teoría como un conjunto de enunciados, el contexto a que se refiere el autor es un contexto lingüístico, y esto ya no nos parece tan plausible.

Sería muy interesante analizar que, de hecho muchas veces / quienes desembocan en su intento de preservar la teoría referencial / del significado, en la afirmación de que las expresiones relativas al "calórico", "éter", etc... hacen referencia a una existencia en un contexto, son los mismos que dirigieron con la fe del neófito las críti-cas más implacables a la metafísica, porque contenía, según ellos, conceptos que carecían de significado, al no aparecer en ninguno de los / tipos de enunciados aceptados por ellos. ¿Pero es que, dentro del contexto teórico de la metafísica no podría defenderse una existencia del

referente en el contexto, justificándose de este modo el sentido de /  
los enunciados correspondientes?.

No. Hay que reconocer que la teoría referencial se ve en-  
vuelta en graves dificultades al intentar identificar "tener signifi-  
cado" y "tener referente" para las expresiones no analíticas. No se /  
puede examinar la existencia del referente desde el contexto en unos  
casos y en otros olvidar esta circunstancia. Toda expresión tiene un  
contexto teórico, más o menos explícito y todas las expresiones pueden  
ponerse en relación con su contexto; es más, diríamos que todas las ex-  
presiones adquieren su sentido pleno en relación con su contexto.

Pero no parece que ello sea debido a que en relación con es-  
te contexto sea como pueda encontrarse la existencia de su referente,  
que es, en definitiva, el que le presta sentido. No. Más bien habría /  
que decir que esto ocurre porque entra en relación con otras expresio-  
nes y gracias a ello en este contexto encuentra la expresión su pleno  
significado.

Precisamente las expresiones pueden aparecer sin sentido cu-  
ando se las emplea en otro contexto fuera del que tienen su significado  
admitido. Como afirma Lyons, en su "Introducción en la Lingüística teó-  
rica", "la cuestión de si los datos léxicos tienen el mismo significado  
o no, se interpreta normalmente en relación a la noción de sinonimia: /  
igualdad de sentido. Se trata de una relación paradigmática, es decir,  
de una relación que se mantiene o no entre datos que aparecen en el mis-  
mo contexto del mismo "tipo de oración" " (18).

Y conviene añadir que, en definitiva, cuando preguntamos por  
el significado de una expresión, estamos preguntando por una expresión  
sinónima que pueda sustituirla en el contexto correspondiente. La cues-

ción del significado de una expresión podría entenderse de modo similar a como se puede entender la pregunta por la longitud de un determinado objeto. La pregunta "¿cuál es la longitud de X?" puede analizarse en términos de "¿tiene X la misma longitud que Z?"; tal como Russell / ha mostrado, la "longitud de X" sólo puede determinarse mediante una / definición a base de la relación "tener la misma longitud que..."; es, pues, una expresión no monádica.

De esta manera, "el significado de x" ( de la expresión "x") habrá de ser reducido a la relación "tener el mismo significado que". Del mismo modo que "tener la misma longitud" es una relación que no se establece entre dos longitudes inherentes a dos objetos, sino que se es tablece entre estos mismos objetos, tener el mismo significado ( una / forma de preguntar por el problema del significado) no es una relación que se forme entre dos componentes de dos datos léxicos, sino entre es tos dos datos léxicos.

Ahora bien, si la relación de significado es una relación pa radigmática hay que concluir que una expresión tiene significado den-/ tro de un contexto. Precisamente, si existir fuera existir en un con - texto, podríamos hacer que existiera todo lo que quisieramos. Bastaría con construir el contexto correspondiente. Mas la existencia del refe- rente, o su inexistencia, es independiente de la existencia de una ex- presión con significado.

Cuando hablamos de "existir en un contexto" no nos estamos refiriendo a lo que se entiende comúnmente por "existir". Por eso una teoría científica no puede mostrar la existencia de los referentes de los términos teóricos que entran a formar parte de ella, por el hecho de que "existan" en el cálculo y en el contexto de las explicaciones



teóricas. Una teoría no garantiza la existencia de los términos que /  
entran a formar parte de ella, por el simple hecho de su formulación.  
Pese a la "construcción" del objeto científico que hemos señalado en  
los capítulos anteriores, la ciencia tiene una irreductible vocación  
realista y tiende a construir unos conceptos que correspondan a la rea-  
lidad existente fuera del cálculo y de las teorías.

Por eso es que, además, podemos construir expresiones mediante  
términos que no tienen referencia ni siquiera en el contexto teórico  
en el que se podría hablar de ellos; así, por ejemplo, la expresión: "  
el número natural mayor de todos es (o no es) divisible por dos", es  
una expresión que tiene sentido; por eso decimos que es incorrecta. /.  
Sin embargo, para defender su significado no puede hacerse referencia  
a una hipotética en el contexto de la teoría matemática de los números  
naturales. Es precisamente en este contexto en el que no tiene existencia.  
Sabemos lo que es ser el número mayor de una serie finita; por ex-  
tensión, el concepto de "ser el mayor" se puede extrapolar a un hipoté-  
tico número natural, superior a todos los números naturales; sin embargo,  
el contexto teórico inmediatamente nos exige que tal número sea me-  
nor que otro que le sucederá en la serie, según el axioma de Peano que  
afirma que "todo número natural tiene un sucesor". Es el propio contexto  
teórico el que sanciona la inexistencia de tal número; y es el mismo  
contexto teórico el que le presta su significatividad.

Naturalmente quizás pudiera encontrarse un sentido en el cual  
una "existencia fingida" podría ser el referente al que apuntase esta  
expresión y lo que le proporcionase su significado. Por ello, en el lenguaje  
de la ciencia, desprendería un enorme tufillo a "hipótesis ad /  
hoc"; por lo demás, no es hacia la explicación y determinación de las

propiedades de existencia fingida el objetivo hacia el que se enfoca / la actividad del científico cuando emprende su tarea. El realismo de la ciencia es algo implícitamente admitido por el científico, al menos en su proceder real; es algo que además supone todo el mundo, excepto cierto tipo de filósofos. La ciencia busca dar razón de la realidad, / de lo existente, independientemente de todo contexto, aunque sólo se / pueda acceder a ella en un contexto.

#### LA TEORÍA DEL SIGNIFICADO COMO IMAGEN MENTAL

Una vez que se encuentran determinadas dificultades en la teoría referencial del significado, lo más natural al parecer es adoptar la teoría ideacional del significado; por lo demás es una teoría muy / atractiva, que identifica significado, con la imagen mental del término correspondiente. Según ella, con independencia de la existencia del referente, una expresión tiene significado en cuanto suministra una idea o imagen mental en el usuario del término correspondiente.

Dentro de esta posición podría encuadrarse ya en el siglo / XVII el filósofo John Locke, quien afirmaba que "las ideas que se significan con las palabras son su propia e inmediata significación"(19). También podemos considerar partidario de esta teoría ideacional del / significado al propio Bertrand Russell, en algún momento de la evolución de su pensamiento.

De acuerdo con Christensen, esta teoría puede adoptar dos / formas; según la primera de estas se mantendría que "significado" es / un término ambiguo en el sentido de que se puede entender que hay una relación entre el signo lingüístico y un objeto mental (que es denotado por el signo) sin especificar muchas veces en qué consiste esa re-

lación. De acuerdo con la segunda forma, se entendería que el signo / lingüístico expresa o simboliza una idea mental.

Pero la relación de que se habla en la primera de las teorías está sometida a todas las críticas que ha de soportar la teoría referencial, ya que se entiende que un objeto mental, al fin y al cabo, es un objeto real como cualquier otro objeto físico (en cuanto a su objetividad). Es por ello que se suele adoptar comúnmente la segunda forma de la teoría, según la cual, una expresión tiene significado porque expresa o significa una idea o imagen. De este parecer es Bertrand Russell quien, tras señalar que los juicios son necesarios para entender el significado de las proposiciones, define dichos juicios como "hechos psicológicos de ciertas clases, imágenes complejas, expectativas, etc..." (20).

La primera dificultad con que ha de enfrentarse esta teoría es con la ambigüedad del propio término "idea" o "imagen". Es natural sentirse inclinado hacia esta teoría, después de ver que los significados difícilmente parece que puedan ser las cosas del mundo acerca de / las cuales puedan ser verdaderas las proposiciones que versan sobre ellas. De este modo, parece que habría que situarlos en el mundo de lo mental, una vez que son expulsados del mundo de lo físico. Pero parece también claro que no se va a lograr progreso alguno en la clarificación del problema cuando se sostiene que el significado de un término sea / una entidad tan oscuridiza y evasiva como la imagen mental correspondiente. La ambigüedad de la propia palabra "idea mental" dificulta el análisis de esta teoría, cuando se la enuncia en los términos en que se ha hecho más arriba. Otra cosa parece que pudiera ocurrir si se introducen en ella determinadas modificaciones que, manteniendo la rela-

ción entre el lenguaje y unos procesos mentales, no identifican significado con una entidad mental. De esto nos ocuparemos más adelante, / cuando examinemos el resto de las teorías del significado.

Existe un sentido de la palabra "idea" que pudiera abonar la opinión de que el significado de una expresión ha de consistir en una entidad de este tipo. Así, por ejemplo, en expresiones tales como "no sabe expresar sus ideas", "no tenía idea de lo que le explicaba", "no entendía la idea", etc... parece que la existencia de la idea mental / es condición indispensable para que se entiendan los términos correspondientes. Según este sentido de la palabra "idea", no se puede captar el significado de estas expresiones si no se entiende la "idea" / correspondiente.

Pero si analizamos estas expresiones veremos que el término "idea" es en ellas una noción derivada de términos tales como "comprensión", "significado", etc... con lo cual, lo que se está diciendo en / aquellas expresiones es que no se entiende el significado, no se comprende qué significa, o no se sabe expresar de modo significativo, lo / cual quiere decir que, en esta acepción de la palabra idea, lo que se afirma es que el significado de una expresión es el significado de la misma; lo cual, por supuesto, es tautológico, pero, por ello, precisamente vacío.

Sin embargo, en otro sentido más ordinario de la palabra / "idea" o "imagen", las ideas son privadas, subjetivas. Dos personas, / hablando con propiedad, no podrían tener la misma idea; con ello se / habría de concluir con necesidad que si los significados fuesen ideas el significado de una palabra o de una proposición sería siempre distinto para dos personas diferentes; y esto sin tener en cuenta el he-

cho de que, al ser las ideas entidades privadas, quedan fuera del alcance de la descripción científica, con lo cual renunciemos a la posibilidad de llevar a cabo un estudio científico y objetivo del problema del significado.

Alguien podría argüir, "pues muy bien, renunciemos al problema del significado y a la posibilidad de hacer un estudio científico de él"; al fin y al cabo, quizás, lo que estamos haciendo es perseguir un fantasma y por eso no acabamos de encontrar un tratamiento científico del problema. Arrojémoslo lejos de nosotros, tal como si de una escalera wittgensteiniana se tratase; no debe resultarnos incómodo abandonar un pseudoproblema.

Pero creemos que la cuestión no es tan simple. El problema / del significado no nos parece una cuestión sin sentido. E intentar arrojarlo por la borda nos produce una sensación de malestar tan intensa / como el hecho de no encontrar una solución satisfactoria a dicho problema.

Por otro lado hay que señalar que la falta de imágenes mentales que acompañan a las expresiones lingüísticas parece ser más bien / la regla que la excepción. La psicología actual nos enseña que el lenguaje puede usarse entre dos personas sin que medie entre ellas ninguna imagen mental que acompañe a las palabras y las proposiciones. No se puede ignorar esto y sostener que las expresiones lingüísticas adquieren significado porque se las use regularmente como la "marca" o la "huella" de una cierta idea.

Nos vamos a fijar exclusivamente en una dificultad que la / teoría mentalista del significado tiene en lo que se refiere al lenguaje de las teorías científicas; tal dificultad nos parece prácticamente

insalvable. Me refiero al hecho de que en las teorías científicas actuales hacen aparecer continuamente en ellas términos que son imposibles de reducir a imágenes o ideas mentales.

Precisamente, como muy bien ha hecho notar Bachelard entre / otros, la racionalización de la ciencia marcha en el sentido de prescindir constantemente y cada vez en mayor grado de las imágenes mentales que pudieran acompañar a los enunciados científicos correspondientes. Ya no es válido el célebre principio de Lord Kelvin "pregunta a tu / imaginación si puede concebirlo", como criterio para determinar la posibilidad de que una teoría sea verdadera; ahora se aceptan las teorías más inimaginables, como por ejemplo, en el mundo de la microfísica. Tanto la matemática de la que se valen cada vez más las distintas teorías científicas, como la propia estructuración de estas, exigen que multitud de términos queden sustraídos a cualquier posibilidad de imaginarlos; basta con que no sean contradictorios formalmente, por muy inimaginables que se nos aparezcan.

Admitir la teoría ideacional en el problema del significado de los términos científicos significaría admitir que un gran porcentaje de tales términos carecen de significado. ¿Qué imaginación, por / ejemplo, podría prestar significado a la célebre ecuación de Weierstrass, que, siendo continua, no tiene derivada en ningún punto?, ¿Qué significado tendrían entonces las ecuaciones maxwellianas sobre el comportamiento del campo magnético?, y así podríamos seguir preguntando / sobre tantos y tantos casos en lo que esto ocurre.

Una variante de esta teoría ideacional del significado, no / más afortunada, consistiría en la llamada "teoría comportamental" del significado. Según esta teoría, el significado de las expresiones es

una función de aquellos aspectos comportamentales de los sujetos que / emiten o reciben las expresiones, susceptibles de ser examinados públi- camente. Esta teoría se diferencia de la ideacional por el hecho de re- saltar los aspectos intersubjetivos observables en el comportamiento / adoptado en los procesos de comunicación.

Fundamentalmente, como es observable enseguida, responde al / ideal behaviorista que se impuso en determinados círculos psicológicos a partir de Watson y que continúa hoy con B.F. Skinner.

El manifiesto de Watson, en el sentido de abandonar en psico- logía los aspectos privados, tales como imágenes, sensaciones, etc.... en beneficio de los aspectos comportamentales, es recogido, en la cues- tión del significado, por los partidarios de la teoría comportamental.

La teoría comportamental del significado es subsidiaria del conductismo psicológico; en efecto, si se ha de prescindir en psicolo- gía de las imágenes privadas (la psicología en cuanto ciencia ha de / atenerse fundamentalmente al slogan "la Psicología es la ciencia del / comportamiento observable") se ha de prescindir de las "ideas" que pue- dan suponerse en el proceso de comunicación significativa.

En definitiva, tanto en la teoría ideacional como en la teo- ría comportamental del significado se es subsidiario de la psicología que se admite; la brújula cambiará de orientación en una y otra teoría pero el barco va a mantener fundamentalmente el mismo rumbo. . .

No creemos necesario detenernos en una crítica minuciosa a / las teorías conductistas extremas, que impedirían, caso de aplicarse / con la rigurosidad con que se propugnan, cualquier tipo de conocimien- to científico. El problema de las variables intermedias, por ejemplo, se plantea como una cuestión grave para los autores de orientación con

ductista. La imposibilidad de traspasar los límites de los hechos estrictamente observables, impediría toda posibilidad de teorización, y, por ende, cualquier conocimiento de tipo mínimamente general.

El saludable conductismo metodológico que ha debido imponerse en alguna ocasión, frente a los abusos de algunas elucubraciones que giraban sobre sí mismas en el vacío, nada tiene que ver con un conductismo filosófico que, a la postre, esterilizaría el procedimiento del estudio científico. No creemos que sea saludable reducir toda teoría / científica a teoría meramente fenomenológica. Epistemológicamente hablando, hay que decir que una teoría representacional es superior a su correspondiente teoría fenomenológica.

Por eso creemos que la teoría comportamental del significado precisamente por su extremismo, se revela sometida a multitud de dificultades. Baste señalar que, el hecho de que yo comunique a alguien / que le ha tocado la lotería no significa ni el salto de alegría y el / abrazo que este amigo me da, ni la sonrisa de satisfacción del acreedor que piensa que por fin va a cobrar sus deudas.

Una misma expresión puede producir en los oyentes reacciones muy distintas; refiriendonos al campo que estamos tratando, medir el / significado de una teoría revolucionaria por los aspavientos que produce entre los científicos apegados a la vieja escuela es una idea que no nos llega a convencer plenamente.

Más adelante trataremos la célebre distinción austiniana entre hechos locucionarios, illocucionarios y perlocucionarios; creemos / que puede ayudar a arrojar bastante luz sobre esta cuestión. Ahora sólo nos parece adecuado adelantar que en el lenguaje propiamente científico, en la exposición de una teoría científica, las expresiones perlo



cucionarias son espúreas, no tienen cabida. Es más, van contra el propio espíritu científico.

Una teoría puede llegar a convencernos, pero su exposición no va encaminada a persuadirnos, en el mismo sentido en que mi amigo / puede persuadirme para que le acompañe a tomar café en el bar; una teoría científica, en sí misma considerada, no está encaminada más que a informar, a exponer una serie de proposiciones sobre la realidad; los actos de habla, en terminología de Austin y Searle, que acompañan ( o en que consisten) las distintas teorías científicas, son todos actos / ilocucionarios; los actos perlocucionarios no tienen cabida aquí. De / lo contrario, no habría nada que reprochar a Lysenko desde el punto de vista científico.

#### LA TEORÍA FREGEANA DEL SIGNIFICADO

Gotlob Frege propuso una teoría del significado según la / cual el significado de una palabra no es ni un objeto del mundo exterior, ni una idea. Frege se opone a la actitud psicologista y rechaza la posibilidad de que los significados puedan identificarse con las / imágenes psicológicas que las palabras suscitan en los sujetos que las escuchan; sin embargo, también se da cuenta de las dificultades inherentes a una teoría del significado que identifique este con el objeto físico correspondiente al que haga referencia el término.

Frege, en su "Über Sinn und Bedeutung" elaboró una teoría / para lo que él llamaba "nombres propios" (lo que en la lógica actual / se conoce con el nombre de "descripciones definidas"). Sin embargo, en opinión de los seguidores de la teoría fregeana, tales como Church, el cual ha vuelto a sacarla a la luz con notable éxito, esta puede exten-

derse igualmente a los nombres comunes y a los términos generales.

Frege afirma que para toda expresión ( o al menos para la / mayoría de ellas) que sea un nombre propio, existe una doble relación de significado. Por un lado, la existente entre la expresión y el objeto físico correspondiente (es lo que llama *Bedeutung* o referencia); por otra parte, la relación existente entre la expresión y su sentido ( el *Sinn*) o modo de presentación del signo. "Es natural pensar que con un signo (un nombre, una combinación de palabras, un grafismo) está conectado, además de lo designado por él, que puede llamarse la referencia/ del signo, lo que yo denominaría el sentido del signo, en el cual está contenido el modo de presentación".(21)

Si tomamos los dos términos de una igualdad tendremos que, / si afirmamos, por ejemplo, que " $A = B$ ", haremos intervenir en esta expresión tres planos distintos:

a) el plano de los signos entre los cuales, por supuesto, no se da la relación de igualdad. " $A$ " no es igual a " $B$ ".

b) el plano de los conceptos expresados ( el *Sinn*); en este plano tampoco se establece la relación de igualdad ( en un caso la entidad se presenta como  $A$  y en otro como  $B$ ).

c) el plano de la referencia concreta (*Bedeutung*); es en este plano en el que se establece la igualdad. Las relaciones entre el signo y su significado quedan agotadas en estos dos últimos planos. Puesto que el primero de ellos es el del signo, los otros dos son los correspondientes al significado, que, de este modo, tendrá, por así decirlo, dos dimensiones.

Frege afirma: "un nombre propio (una palabra, un signo, una / combinación de signos, una expresión) expresa su sentido y se refiere

o designa su referencia. Por medio de un signo expresamos su sentido y designamos su referencia".(22)

En unos ejemplos reproducidos y comentados hasta la saciedad posteriormente, Frege analiza expresiones tales como "lucero matutino" y "lucero vespertino" y hace ver que sólo entendiéndolas como expresiones que hacen referencia a lo mismo es como se las puede considerar expresiones sinónimas.

La expresión "el lucero vespertino es el lucero matutino" sería, pues, analítica desde el punto de vista del *Bedeutung* de los términos que la componen, y al mismo tiempo sería sintética desde el punto de vista del *Sinn*. Desde esta última perspectiva, la oración expresa / un conocimiento genuino, derivado del distinto modo de presentación de los términos. Para establecer la igualdad de las dos expresiones "lucero matutino" y "lucero vespertino", hay que recurrir a un ingrediente de su significado, distinto a su modo de presentación: tal es el *Bedeutung*, o referencia.

En esta línea Frege analiza los llamados "contextos extensionales" y los contrapone a los "contextos intensionales", estudiando la problematicidad de la sustitución de los idénticos, principio cuya válida aplicación niega en los contextos intensionales. De todos modos, aunque el tema es muy interesante no nos detendremos en estos análisis fregeanos, que tuvieron la virtud de provocar un sin fin de artículos y reflexiones de los filósofos; desde este punto de vista tal análisis ha sido muy fructuoso y ha contribuido considerablemente a afinar los conceptos manejados.

Bastenos decir aquí que aunque Frege niega la sustituibilidad de los idénticos en los contextos intensionales, la acepta sin restric

ción alguna en los contextos extensionales.

Sin embargo, también hay que plantearse el problema de la sustituidad de expresiones que tengan la misma referencia en contextos extensionales, cuando nos refiramos al significado de la proposición correspondiente. Admitimos que no se puede decir que de la identidad entre "Walter Scott" y "el autor de Waverley" sea válido inferir la sustituidad de uno por otro en contextos intensionales; en efecto, no puede considerarse que la frase "El rey Jorge IV quería saber / si Walter Scott era el autor de Waverley" exprese lo mismo que "el rey Jorge IV quería saber si Walter Scott era Walter Scott". Esta situación sirvió a Russell para elaborar su célebre teoría de las descripciones. (23).

Pero también en contextos extensionales habría que preguntarse si realmente la frase "el autor de Waverley" era inglés" y la proposición "Walter Scott era inglés" son sustituibles. No nos parece que / sea tan clara la necesidad de aceptar que tienen el mismo significado; y esto aunque tengan la misma referencia. Por otro lado, además, si en un sistema cultural dos expresiones que se refieran extraculturalmente (físicamente, etc...) a una misma entidad se consideran diferentes en determinado momento histórico, la imposibilidad de sustituir una por otra, aunque sea en contextos extensionales se hace más patente.

Con la sustitución de "Walter Scott" por "el autor de Waverley" en los contextos extensionales se preserva, es cierto, la verdad o falsedad de las proposiciones, pero no creemos que se preserve / el significado. Y significado y verdad son conceptos muy diferentes, según nos parece que quedó suficientemente explicitado en nuestra anterior crítica a la teoría referencial del significado.

Por lo pronto habría que decir que la dimensión del significado como *Bedeutung* está sometida a todas las dificultades que hemos señalado para la teoría referencial. Por lo demás, es claro que existe una multitud de términos significativos que carecen de referencia, tal como ya el propio Frege apuntaba. Pero creemos que es menos artificial afirmar que la referencia no es una dimensión del significado, que mantenerla afirmando que todos los términos cuya referencia no existe hacen referencia a lo mismo: la clase nula.

Es bastante artificial admitir (al menos así parece en una primera impresión a quien no está previamente "domesticado" por una formación filosófica, para asimilar estas teorías) que todos los términos que carecen de referencia, por muy dispares que sean, tengan la misma referencia; parece poco plausible afirmar que "el número natural mayor de todos" y "el abominable hombre de las nieves" se refieran a lo mismo.

Admitir además la referencia como parte del significado vuelve a acarrear problemas de delimitación entre verdad y significado; sin embargo, parece que si abandonamos la idea de incluir la relación de referencia dentro de la relación de significado, estos problemas podrían ser más fácilmente superados.

Por lo demás, existen unos términos, los nombres propios del lenguaje ordinario (no, por supuesto, los nombres propios en el sentido fregeano) de los que se puede decir que, aunque tengan indiscutiblemente referencia, propiamente, considerados en sí mismos, de modo aislado, carecen de significado. Aislados del contexto pertinente, no nos transmiten ninguna información; son similares, en este aspecto, a los términos índices. Tal ocurre con palabras como "Pedro", "Juan", etc. (24)

Tomemos un ejemplo ilustrativo de lo que decimos; si llego / a una estación de ferrocarril y pregunto a un empleado que pasa por / mi lado acerca de quién me puede informar sobre la hora de llegada de último tren procedente de X, lo más probable es que se me encoja de / hombros ( aquí el término X está en lugar de una localidad determinada que diríamos al empleado; si utilizásemos el término "X" para preguntarle, el encogimiento de hombros no sería probable: sería seguro, y en este caso lo comprenderíamos).

Sin embargo, a lo mejor tengo suerte y me dice que pregunte a Juan; pero a menos que sepa quien es el tal Juan, su respuesta no me habría servido de ninguna información y seguiría sin saber a quién preguntar al respecto.

Por el contrario, si me hubiese dicho ( lo que quizás ya sea excesiva suerte) que preguntase al señor de la ventanilla de información que está a la vuelta, me habría transmitido una expresión con un significado muy definido, aunque a la vuelta no hubiese ninguna ventanilla o a pesar de que si la hubiera, quien estuviese en ella, a juzgar por su modo de comportarse, no fuese ningún señor (lo que no es tan infrecuente como podría pensarse, en algunas estaciones); mas a pesar de todo ello, la frase habría tenido un significado para mí.

Igualmente me habría transmitido una información con significado si me hubiera dicho que preguntase al señor que está en la ventanilla número 20 con un pijamas a rayas azules y blancas, aunque no hubiese más que dos o tres ventanillas en la estación. Sin embargo, observese que si la frase "pregunte a Juan" hubiese sido dicha a algún empleado de la estación, suponiendo que exista el tal Juan y que el empleado lo conociese, posiblemente hubiera tenido para él el significado que /

no tiene para mí. Piensese incluso en el hecho de que si todos los empleados llevasen una chapa identificadora con sus nombres y apellidos la frase "pregunte a Juan" habría adquirido para mí un sentido muy distinto; podría incluso buscar al tal Juan mirando las chapas de los empleados; esto nos acerca al tema del significado como uso, aspecto que vamos a tratar un poco más adelante.

Todo ello nos inclina a aceptar los razonamientos de las teorías semióticas que hablan de la falacia del referente, en el sentido de que (sostienen) en el proceso de significación el referente extralingüístico es un elemento falaz que induce a confusiones cuando se intenta dilucidar el problema del significado en relación con él.

Según estas teorías, el referente no interviene en realidad para nada en el proceso de comunicación. La comunicación se produce por un fenómeno de lo que se ha dado en llamar "semiosis ilimitada" en el que unas expresiones quedan determinadas mediante otras expresiones que, a su vez, están también determinadas por otras expresiones y así sucesivamente, en un proceso que siempre es asintótico con el mundo de la realidad física. Las expresiones, además, están, por así decirlo, no en lugar de una entidad física, sino en lugar de una entidad cultural/que ya ha sido objeto de un proceso de semiotización.

En la teoría de la semiosis ilimitada no se afirma que no exista la referencia de un término lingüístico; de lo contrario no sabríamos responder a la pregunta "¿de qué es signo el término X?". Lo que se afirma es que la referencia correspondiente a un signo no consistirá, según esta teoría, en un objeto extralingüístico físico, sino en otro signo semántico (lingüístico o cultural). La cultura, así, se constituye como sistema de sistemas de signos.

Peirce afirmaba (1.339 de "Collected Papers, 1.931-1.935)(25 "El significado de una representación no puede ser más que una representación. En efecto, no es más que la propia representación que se ve como despojada de todo revestimiento irrelevante. Pero este revestimiento nunca puede eliminarse completamente. Sólo se cambia por algo más / diáfano. Hay una regresión infinita. En fin, el interpretante no es / otra cosa que otra representación a la que se confía la antorcha de la verdad; y como representación, a su vez, tiene su interpretante. Y así tenemos otra serie infinita".

De manera que la referencia de un signo lingüístico es un objeto; pero ese objeto es una unidad semiótico-cultural, más bien que un objeto físico extrasemiótico. Por eso se puede afirmar en este sentido, tal como parecen confirmar las orientaciones que hoy rigen la investigación sobre los signos, que cuando el hablante cree que habla por sí mismo, en realidad es él quien es hablado por las reglas de los signos que utiliza: el hablante es hablado por el código.

Por ello podríamos decir que, en el ejemplo de Frege, "el lucero vespertino" y "el lucero matutino" son la misma cosa de la realidad física, en efecto, pero ello no significa que ambas expresiones / nombren la misma entidad cultural. Es un problema práctico a dilucidar, pues, si ambas expresiones nombran a lo mismo.

En el sentido en que Frege decía que estas dos expresiones / tienen diferente Sinn, tienen en efecto, distinto significado; pero / quizás no sea tan claro que ambas expresiones tengan el mismo Bedeutung (salvo para un astrónomo, cuando está ejerciendo su profesión), si por tal entendemos, no ya la realidad física, sino la unidad cultural que constituye la denotación de cada expresión.



En vez de decir que una expresión nombra o hace referencia / a algo, habrá quizás que decir que más bien nombra o hace referencia / a lo mismo que otra expresión, y así sucesivamente, en un proceso ilimitado de semiosis.

Preferimos, pues, quedarnos con la idea de que el significado en la teoría fregeana, si está en algún punto de una expresión lo está en su Sinn, esto es, en su sentido. Ahora bien, entonces es necesario hacer la siguiente pregunta: ¿de qué naturaleza es el Sinn?, en otras palabras, nos interesa saber el pensamiento fregeano sobre lo que entiende por sentido, cuando nos dice que este muestra el modo de presentación del signo.

Por de pronto, siendo absolutamente fiel a Frege, se podría decir que es un objeto abstracto; no es una idea (el antipsicologismo de Frege no deja ninguna duda a este respecto) ni es una cosa concreta (tal sería más bien el *Bedeutung* de la expresión). De este modo, Frege desemboca en un platónico tercer reino ("un tercer reino, nos dirá, debe ser reconocido") y todo objeto debe existir, según esto, por duplicado: en el mundo exterior y en este tercer reino.

El significado, al no poder estar situado en la mente privada del hablante, debido a la propia intersubjetividad que ha de tener el significado, debe estar, según Frege, en algún otro lugar; pero este no puede ser el lugar de la referencia, el mundo físico. De este modo el Sinn se objetiva y conserva su semejanza con las cosas del mundo físico.

Pero esta tesis es muy criticable, tal como ya la agudeza de ingenio de Russell demostró. (26) Al Sinn, en definitiva habría de llegar se a través de otro Sinn, con lo que la entidad que sea el "Sinn" será

imposible de objetivar. Como diría Dummett, intentar localizar el "Sinn" sería buscar el "Bedeutung" al que se refiere el sentido del "Sinn".  
(27).

A nosotros nos parece que estas dificultades que se advierten en la teoría de Frege son las mismas que la teoría de la semiosis ilimitada había captado desde un ángulo muy distinto. Nosotros no nos vamos a detener en ello; simplemente vamos a señalar lo sospechoso que / es para cualquier mente empirista (como se supone que es en principio la mente del científico convencional) este tercer reino y los escrúpulos intelectuales que habrá que superar ante las objeciones que a la existencia de tal tercer reino se hacen. Creemos que pocos científicos evitarían tener una mala conciencia al admitir, según la teoría fregeana del significado, que los términos que utilizan poseen unos significados, existentes como objetos de naturaleza abstracta en este tercer reino que ha de ser reconocido.

Hay que señalar que la palabra "existencia" tiene un sentido directo; en este sentido se dice que existen las cosas concretas, las cosas del mundo físico; pero también hay que reconocer que estas cosas existentes en el mundo físico están en relación unas con otras y poseen en sí mismas propiedades; también de estas propiedades y relaciones se dice que existen.

Pero aquí la existencia objetiva se satisface de un modo diferente; podría decirse que las relaciones y propiedades de las cosas existen de modo indirecto, sostenidas por las cosas correspondientes. ¿Tendría el significado este tipo de existencia indirecta, que asignamos a las propiedades y relaciones de las cosas? ¿Qué tipo de entidad sería y quién sostendría la existencia indirecta del significado?.

#### EXCURSUS SOBRE LA ENTIDAD DEL SIGNIFICADO

Se podría precisar, tomando desde esta perspectiva el problema, que el significado de una palabra revela aquello que le da su estatuto semántico. De acuerdo con esto, la pregunta por el significado/ como un tipo de entidad revela una cierta deficiencia, ya que, planteada así la pregunta se necesita contestar a dos cosas distintas: primero a qué tipo de entidad sea un significado y segundo el modo como se relaciona este tipo de entidad con una expresión lingüística para constituir su significado.

De todos los significados del término "significado" que nos han recopilado Ogden y Richards (28), los que nos interesan son los / que están en relación directa con la función del signo en el proceso / de comunicación; esto es, los que se relacionan con la función comunicativa del signo.

A este respecto, por ejemplo, Adam Schaff afirma que no existe eso que se llama significado. " "significado" es una típica palabra usada como abreviatura, que no se refiere a ninguna entidad (material o ideal) llamada significado, sino a personas que se comunican entre / sí usando ciertos objetos o acontecimientos para transmitirse unos a / otros lo que piensan del mundo que les rodea" (29).

Cuando nos planteamos la cuestión del significado como problema acerca de una entidad, nos vemos envueltos constantemente en dificultades prácticamente insalvables. Si identificamos el significado con el referente de una expresión, o con la idea mental que lo origina o con la respuesta comportamental que produce, o con un objeto abstracto, inmediatamente nos damos cuenta de que múltiples cosas que pueden/ decirse de los referentes, o de las ideas mentales, o de los comporta-

mientos, o de los objetos abstractos, no pueden decirse, en absoluto, de los significados.

Por ello, en cuanto intentamos buscar qué tipo de entidad / sea un significado, debemos admitir desde el principio que, por lo / pronto es una entidad irreductible a aquella con la que se la identifica. Y ello, además, porque el referente del término "significado" habrá de ser algo muy distinto del referente de lo que significa "el significado de "x" ( y aquí puede ponerse cualquier término particular). Lo / mismo ocurrirá en el caso de los comportamientos, de las ideas mentales y de los objetos abstractos.

No se puede decir que "el significado de "perro"" sea un animal mamífero, tal como se puede afirmar, sin ningún problema, del referente perro de la expresión "perro"; tampoco puede decirse que el significado, por ejemplo, de "valentía" sea más vivo o más fugaz que el / de tal otro término, como podría decirse de la imagen mental que el / término "valentía" pudiera originar en la mente de quien la utiliza o quien la escucha. Algo similar ocurre con la identificación entre actividades comportamentales y significados. No se puede decir, por ejemplo, que el significado de "llueve" abra su paraguas o se refugie bajo un toldo; o, hablando de objetos abstractos, no se puede decir que el significado de "15" sea múltiplo de 3 y el significado de "19" no lo sea, y así sucesivamente.

En otras palabras, quizás el problema en el que se pregunta por la entidad del significado sea una cuestión mal planteada; quizás la pregunta deba reformularse de nuevo en términos más adecuados. Tal vez, lo que sea apropiado preguntarse es cómo se relaciona una expresión lingüística con otra para que se pueda decir que una significa el

significado de la otra. O, incluso de modo más preciso: ¿qué hace que / dos expresiones sean sinónimas?.

Porque, en realidad, lo que hacemos cuando decimos lo que / significa una palabra, no es otra cosa que mostrar otra expresión de / la que sostenemos que tiene el mismo significado que aquella cuya sig-  
nificación queremos especificar; en otras palabras, que tiene, por tan-  
to, el mismo uso.

Tenemos que decir, pues, que parece constituir un error el / hecho de suponer que los significados son algo, un tipo de entidades / que se deba especificar. Si los significados son algo, son unas entida-  
des tan peculiares que sólo pueden caracterizarse en términos de sí mis-  
mos; resulta prácticamente imposible caracterizarlos mediante algo di-  
ferente de sí.

Mas aquí se nos ocurre una reflexión que, nos parece, ha es-  
capado a la Filosofía Analítica, en relación con este tema. Si los sig-  
nificados son irreductibles a algo distinto de sí mismos, ¿no serán más  
bien inanalizables, en el sentido en que se ha hablado de términos sim-  
ples, inanalizables, tales como "bien", "amarillo", etc...?. La pregun-  
ta queda en el aire y no nos podemos detener en ella. En el análisis /  
de la misma creemos que se encontrarían muchos argumentos en favor de  
la teoría del significado como uso.

Aquí bastenos decir que el intento de especificar el estatuto  
ontológico del significado parece una operación similar a la de in-  
tentar hacer agujeros en el aire, como ha dicho cierto autor. Más bien  
cabría preguntarse por el estatuto semántico que hace que a una expre-  
sión se le asigne su significado, esto es, su uso. Con esto desemboca-  
mos en la última de las teorías del significado señaladas por Ayer.

#### TEORIA DEL SIGNIFICADO COMO USO

Esta teoría se desarrolla a partir de las "Philosophical Investigations" de Ludwig Wittgenstein (30) en las que el autor lleva a cabo una identificación entre significado y aplicación del signo. En / otras palabras, Wittgenstein afirma que no hay nada que pueda llamarse el significado de una expresión, salvo el modo de usar la misma. Literalmente Wittgenstein dirá: "43.- Para una gran clase de casos (aunque no para todos) en que empleamos la palabra "significado", esta puede / definirse así: el significado de una palabra es su uso en el lenguaje" (31)

La teoría del significado como uso ha sido, en palabras de / Alston, poco desarrollada. "La idea de que el significado es una función del uso fue enérgicamente establecida por Ludwig Wittgenstein en su "Philosophische Untersuchungen"; aunque muchos filósofos influidos / por Wittgenstein han hecho uso de esta idea al discutir el significado de expresiones particulares, no se ha hecho prácticamente nada, para / ir más allá de las crípticas observaciones de Wittgenstein hasta un / análisis explícito de conceptos semánticos" (32).

Pensamos, sin embargo, que desde que Alston escribiera estas líneas la situación ha cambiado y se han llevado a cabo valiosos intentos de análisis del problema del significado desde la perspectiva del / uso de las expresiones. Entre ellos podemos señalar como más importantes los de dos escuelas, pertenecientes a la tradición analítica, pero con una muy distinta orientación.

La primera está formada por Quine y sus seguidores; la segunda por Ryle y el resto de la Escuela de Oxford. Conviene, además, señalar muy especialmente las aportaciones que acerca de este tema han rea

lizado John L. Austin y J.R. Searle, quien siguiendo en la línea abierta por el pensamiento austiniano sobre el concepto de "speech acts", / desemboca en consideraciones muy importantes para el análisis del significado de las expresiones.

Quine se da cuenta; por su parte, de que el problema del significado plantea cuestiones muy difíciles en relación con el tema de / la sinonimia. Nuestro autor, en consecuencia, se muestra tajante y, de la manera tan radical que le caracteriza, afirma que los significados no existen. No hay, en definitiva, nada a lo que pueda darse el nombre de significado: ni a una cosa, ni a una propiedad, incluso ni siquiera a una relación.

Que palabras y expresiones "tengan significado" no implica, / ni mucho menos, que existan por ello los significados; del mismo modo, nos dirá Quine, que el hecho de que determinadas personas ejecuten sus acciones "por mor" de tal o cual cosa, no implica que existan "mores". "El sentimiento de la necesidad de entidades para los significados puede derivar de una falta de apreciación de la diferencia entre significado y referencia" (33).

Para Quine, ni siquiera el hecho de que varias palabras tengan el mismo significado puede justificar la existencia de estos. Varias palabras pueden ser sinónimas, pero ello no implica que tengan el mismo significado en el sentido de que exista algo común ("el significado") a todas ellas. Utilizando el mismo ejemplo anterior, Quine nos dirá que varias personas pueden hacer distintas cosas por mor de lo / mismo, pero de ello no se sigue que exista "un mor" común a todas estas acciones.

Mas Quine no nos dice cómo podría explicarse entonces el he-

cho de que consideremos que dos expresiones sean sinónimas y tengamos internamente la sensación de que hay un fundamento para sostenerlo. En tonces cabría preguntar: ¿en qué nos apoyamos para considerarlas tales? ¿en el uso?; rápidamente se nos viene a la mente la pregunta inmediata ¿qué es, entonces, el uso?. Y el problema vuelve a quedar abierto.

No se puede entender la pregunta "¿tiene 'x' el mismo significado que 'y'?" como secundaria y dependiente de preguntas tales como "¿cual es el significado de 'x'?" o "¿cual es el significado de 'y'?", / expresiones que tienen una estructura lógica muy distinta. Precisamente, con la introducción de la idea de significado como uso, preguntas/ de este segundo tipo, que se formulan de tal modo que se cuestionan so bre una propiedad inherente en un término ("¿cuál es el significado de 'x'?" ) se reducen, o se contestan, por un procedimiento que establece/ la pertinencia de la pregunta "¿tiene 'x' el mismo significado que 'y' como algo previo. En definitiva, la pregunta por el significado de 'x' se contesta explicando que es el mismo que el significado de 'y', con lo cual, "¿cuál es el significado de 'x'?" puede reducirse metodológicamente a un conjunto de preguntas, todas ellas relacionales, del tipo "¿qué relación de sentido  $R_i$  se establece entre 'x' e 'y'?", siendo  $R_i$  / algunas de las relaciones semánticas apropiadas, tal como sinonimia, / antonimia, etc...

De manera que una relación, sí creemos que existe al menos / en lo referente al problema del significado de una expresión. Lo que / ocurre, es que no se puede postular la existencia de las relaciones en el mismo sentido en que se postula la existencia de los objetos concre tos. En nuestro caso, la relación estaría sustentada por los términos lingüísticos correspondientes.



Por su parte, Ryle afirma que se comete un error categorial/ cuando se toman los significados como cosas sustantivas; del mismo modo que Quine, este autor niega que exista ninguna relación entre una / expresión y su significado. Para Ryle, siguiendo en esto a Wittgenstein, el significado es el uso y desde este enfoque funcional del significado se niega a admitir una relación entre dos entidades: la expresión / concreta y el significado abstracto. Lazarowitz, insistiendo en esta / línea señalada por Ryle, afirmará: "el significado de un término no es algo que haya que añadir a su uso; ni su uso algo que haya que añadir/ a su significado; aquel y este son una y la misma cosa".(34).

Mas el propio concepto de "uso" es ambiguo y oscuro y necesita una aclaración que parece que no se lleva adecuadamente a cabo / por parte de Ryle ni Lazarowitz. Desde su perspectiva, se podría decir quizás que el concepto de uso sería un concepto "disposicional", al es tilo de conceptos como "fragilidad", "solubilidad" y (según el propio Ryle los interpreta en su "The concept of Mind" (35)) los propios conceptos mentales. Pero nos parece, de cualquier modo, que debería insistir un poco más en este análisis.

En realidad, podría decirse que la sustitución de "significado" por "uso", al añadir ningún análisis posterior, tiene una indudable ventaja: desvía al filósofo del intento de explicar el significado en términos de "significación". Pero nada más. Se necesita proceder / posteriormente a un análisis detenido del concepto de "uso" para proseguir en esta dirección, porque, decir que el significado es el uso, / puede ser un "slogan" válido, pero quizás sea tanto como no decir nada (como ocurre con otros tantos slogans); sólo que en este caso, se corre el peligro de creer en el espejismo de haber "disuelto" el problema.

Por lo pronto, recurrir al críptico "el significado es el / uso" puede no resolver ninguna de las dificultades que se oponen a las teorías precedentes del significado, si no se cambia de perspectiva en el análisis del problema. Decimos que el significado de una expresión / es el uso que se hace de ella y que dos expresiones tienen el mismo / significado si tienen el mismo uso. Pero esto puede ser perfectamente compatible con cada una de las teorías del significado examinadas an- / teriormente.

En efecto, se puede decir que el significado de la expresión "A" es el uso de "A" para referirse a "A" y que las expresiones tie- / nen el mismo significado ( "A" y "B" son sinónimas) cuando se usan pa- / ra referirse al mismo objeto (teoría referencial) o a la misma idea / (teoría ideacional) o al mismo comportamiento (teoría comportamental), etc... con lo cual, en definitiva, no habríamos conseguido ningún pro- / greso en el análisis del problema con la adopción de la idea de "uso".

Además, el concepto de uso es a veces entendido de maneras / muy diferentes por los distintos autores. Así, tal como señala (Chris- / tensen (36):

a) A veces "uso", en la frase "el significado es el uso" pue- / de entenderse como el hecho de que, para que exista el significado de / una palabra o proposición, se necesita que estas se presenten en un / contexto adecuado. Será, pues, el contexto el que determinará el signi- / ficado de las expresiones, y ello, mediante su uso. De manera que un / indicador de la falta de significado de una expresión dentro de una / proposición que plantee problemas, será el análisis del significado / ordinario de la misma expresión en el contexto adecuado, en el que tal expresión se usa, sin que plantee problemática alguna.

b) Otras veces el concepto de "uso" se entiende en el sentido de que las reglas lingüísticas que determinan el uso de las expresiones son las que determinan el significado. Se ha de atender, por ello, al uso correcto o incorrecto, según las reglas, de las expresiones, para deducir el significado de ellas.

Ya que el hablante, en el juego del lenguaje, puede jugar el juego sin conocer explícitamente las reglas y sin ser capaz de formularlas, no se ha de determinar el significado de las expresiones por las reglas que las rigen, sino usarlas y observar su uso. Las propias reglas constituyen (se trata de reglas constitutivas, frente a las reglas regulativas de otras instituciones, en terminología de Searle) el significado mediante el uso de la expresión.

c) Otras veces la frase "el significado es el uso" se entiende en el sentido de que el significado de una expresión no es ningún objeto; el significado es una simple entidad funcional; se trata de la función de instrumento, de los papeles, los "jobs", en expresión de Ryle, que una palabra o una proposición tengan.

Wittgenstein se limitó a decir que términos como "palabra" y "proposición" son indefinibles. Las distintas palabras y proposiciones guardan entre sí un cierto aire de familia, como los juegos o como los instrumentos de una caja de herramientas.

Pero esto significa que sería un error tratar de resolver el problema filosófico del significado, ya que no hay problema que resolver. Se podrá dar una descripción de las distintas maneras en que pueden usarse las palabras y proposiciones, e incluso describir sus semejanzas, pero no podemos buscar en qué consiste el "significado", el "uso" de cualquier palabra o proposición.

John L. Austin identifica esta pretensión con la "falacia / del nada en particular". Según él, hay algo espúreo en la pregunta por el significado de una palabra. No se trata de preguntar por el significado de una determinada palabra; esto es, ¿cuál es el significado de / la palabra ....? (y aquí vendría, a continuación, la palabra correspondiente); sino de preguntar ¿cual es el significado de una palabra?; vale decir, de cualquier palabra, de una-palabra-en-general.

La relación semántica "ser el significado de" debe tener lugar entre palabras particulares, y no en general. Al no hacerse, pues, uso de ninguna palabra en particular, la pregunta por el significado / no tiene sentido.

Nosotros añadiríamos que, desde esta perspectiva del significado como uso, "cualquier palabra" no tiene uso; y esto, por supuesto, no en el sentido de que la expresión "cualquier palabra" no se use (la prueba evidente de que esto no es así es que la estamos usando ahora), sino en el sentido de que preguntamos por el significado de cualquier palabra, no preguntamos por el significado de la expresión "cualquier palabra".

Tendría sentido la pregunta por el significado de "cualquier palabra", pero no así la pregunta por el significado de cualquier palabra (ninguna entidad en particular, ni siquiera el "flatus voci" de / tal expresión al emitirla). De este modo se puede afirmar que la expresión "cualquier palabra" no puede sostener la relación de significado que se sostiene entre una y otra palabra sinónimas.

Según J.L. Austin, la pregunta por el significado de cualquier palabra es una pregunta perfectamente absurda. Así, mientras la pregunta "¿cuál es el significado de la palabra "rata"?" o "¿cual es /

el significado de la palabra "palabra?" son preguntas con sentido, / "¿cual es el significado de una palabra?" o "¿cual es el "significado" de la palabra "rata"?" - nos dirá- son preguntas que carecen en absoluto de sentido. (37).

Nos vemos inducidos al error de preguntar por el "significado" de una palabra por el hecho de que existe "la curiosa creencia de que todas las palabras son nombres, es más, nombres propios y, por tanto, son representativos de algo o lo designan de la forma en que lo hace un nombre propio... en segundo lugar, cuando hemos dado un análisis de una determinada oración que contiene una palabra o expresión "x", / frecuentemente nos sentimos inclinados a preguntar acerca de nuestro / análisis, ¿qué es "x" en él?". (38).

De este modo, según nuestro autor, después de haber analizado cuál es el significado de la palabra ....( aquí vendría una palabra en particular) nos sentimos inclinados, sin que haya nada que permita / hacerlo legítimamente, a analizar qué sea el "significado" de este mismo término.

Sin embargo, si se lleva a cabo un análisis del uso del lenguaje, veremos que en realidad lo que hacemos cuando decimos qué es lo que significa una expresión es mostrar otra expresión sinónima; esto / es, otra expresión que se "usa" de la misma manera que aquella. Dos expresiones tendrán, pues, el mismo significado si se las usa para hacer con ellas las mismas cosas.

Un martillo y una llave inglesa, pueden servirme para hacer una misma cosa ( por ejemplo, clavar una punta sobre una tabla de madera ). Sin embargo, no se puede decir que tengan en común una "clavitud" (permitásenos hacer uso de este horrible neologismo, en gracia al

apoyo del pretendido absurdo denunciado por la crítica de Austin). Del mismo modo, hacer las mismas cosas con dos expresiones distintas estaría sometido a la misma crítica: no indicaría tal fenómeno que ambas / expresiones tienen el mismo significado, en el sentido de que "significado" sea algo común a ambos. La aproximación entre las posturas de / W. O. Quine y J.L. Austin es evidente a este respecto.

De cualquier modo se ha intentado, recogiendo el enfoque de las posiciones defendidas por la Escuela de Oxford y utilizando las / ideas capitales de Austin en su "How to do Things with Words"(39) sobre emisiones realizativas y su célebre distinción entre actos ilocu-/ cionarios, locucionarios y perlocucionarios, analizar desde esta pers- / pectiva el problema del significado. Entonces el análisis de esta cues- / tión ha sufrido una inflexión muy interesante, que puede sernos de gran / utilidad en nuestro tema acerca del lenguaje científico.

De este modo, se ha analizado detenidamente el concepto de / "acto de habla" (speech act), creado por Austin y utilizado por J.R. / Searle, de modo que pretende aportar nuevos elementos en el análisis / del problema del significado. El análisis de Searle respecto a los ac- / tos de habla nos parece muy digno de ser tenido en cuenta, por cuanto / desde cierto punto de vista va a abonar nuestras posiciones respecto / al significado de los conceptos científicos de las teorías científicas / (40).

Nos remitimos a las obras de Austin y Searle para un trata- / miento más extenso de lo que aquí vamos simplemente a esbozar como una / posible nueva inflexión en el tratamiento del problema del significado. / Nos interesan en cuanto introducen en este problema la dimensión prag- / mática del lenguaje en términos tales que pueden resultar muy importan-

tes en los estudios futuros sobre el tema.

El nuevo tratamiento a que nos referimos iría en el sentido de que la exigencia de intervención de la Pragmática para tratar el problema del significado, exige la apelación a una dimensión psicológica del problema, sin que por ello se haya de desembocar necesariamente en una nueva teoría ideacional del significado. Manejar el concepto de "noción", por ejemplo, no tiene por qué llevarnos a una hipostasiación del término "significado"; ni tampoco tiene por qué hacernos hundir en el océano de la subjetividad: piénsese, al respecto, que en Filosofía se ha hablado mucho a veces de "nociones comunes", que precisamente eran los elementos que podía prestar la intersubjetividad a determinados problemas.

Pero antes de intentar exponer esta inflexión del problema / queremos hacer constar nuestra opinión de que estas posturas que estamos examinando, y que por un "horror abstracti" rechazan el propio problema del significado, deberían rechazar por la misma razón, toda una serie de problemas que forman parte muy importante de la Filosofía, ante los que la simple "disolución" nos deja en un cierto desasosiego, e incluso áreas muy importantes de la ciencia actual.

En relación con los problemas filosóficos a que nos referíamos, hemos de decir que estas cuestiones, en cierto modo "eternas" en la Filosofía, no se resuelven por el simple procedimiento de su presunta "disolución". Siempre queda un reducto resistente a dicha disolución; reducto que quizás esté más en nosotros que en la propia cuestión pero que no se puede ignorar. Lo cierto es que las respuestas de la Filosofía Analítica, en estas cuestiones no nos resultan demasiado convincentes. ¿Incapacidad de renuncia?, ¿deformación?. Lo cierto es que el /

fenómeno existe y no son pocas las críticas que desde este ángulo se / le han dirigido al análisis filosófico.

El filósofo analítico, manteniéndose de modo exclusivo en el análisis del lenguaje, no pasa la frontera de aquello que el lenguaje sea y se queda sin llegar a aquello por lo que el lenguaje sea tal: a la realidad de la que es signo, la cosa o los estados de cosas que simboliza. El lenguaje es la mediación entre las cosas y el pensamiento, aunque según alguno recalca sólo a través del lenguaje se produce este. No entramos ni salimos en esta discusión, pero creemos necesario / señalar que en nuestra opinión el análisis del lenguaje ha de hacerse en función de, y apuntando al análisis de las cosas.

Siguiendo con el hilo de nuestro discurso, hay que decir que las emisiones realizativas ( lo que detenidamente analizará Searle, insistiendo en la noción de "acto de habla", aunque no admitiendo exactamente la división de Austin ) pueden clasificarse según la siguiente / taxonomía:

a) Actos locucionarios.- Consisten en el acto de decir algo; es la simple emisión de una oración. Según Austin, es una combinación de tres actos:

- 1.- El acto de producir ciertos ruidos: acto fónico
- 2.- La producción de ciertos vocablos o palabras: acto fático.
- 3.- El acto de usar esos vocablos con un sentido y una referencia definidos, en mayor o menor modo: acto rético.

El acto fático, frente al acto rético hace referencia a un / vocabulario y a una gramática, con los cuales debe conformarse la emisión de los ruidos a que hace referencia el acto fónico.



La diferencia entre el acto fático y el acto rético puede / ejemplificarse, de acuerdo con Austin, mediante los siguientes ejem -/ plos: "Dijo: "el gato está en el sillón" " es un informe sobre un acto fático; "dijo que el gato estaba en el sillón" es un informe de un acto rético.

b) Acto ilocucionario .- Es el acto que llevamos a cabo al / decir algo, sólo por el hecho de decirlo; la simple emisión de la ora- ción lleva consigo la realización del acto correspondiente.

Actos ilocucionarios son: informar, predecir, anunciar, opi- nar, suplicar, preguntar, etc... Como se ve, la simple emisión o reali- zación lingüística lleva en sí la realización del acto correspondiente "Ejecutar un acto locucionario es, en general, podemos decir, ejecutar también y, eo ipso, un acto ilocucionario, como propongo llamarlo. Pa- ra determinar qué acto ilocucionario es así realizado debemos determi- nar de qué manera estamos usando la locución" Cuando ejecutamos el ac- to de decir algo podemos siempre plantearnos la cuestión de qué es lo/ que estamos diciendo al decir eso. El acto locucionario es el hecho de decir algo; el acto ilocucionario es lo que se hace al decir algo. Por ejemplo, afirma Austin, "con respecto a una expresión tal como "va a / cargar" es perfectamente posible dejar claro "lo que estamos diciendo" al pronunciar la expresión en todos los sentidos que hasta ahora hemos distinguido y no haber aclarado, en absoluto, si, al pronunciarla, es- toy ejecutando el acto de advertir o no" (41)

c) Actos perlocucionarios.- Son aquellos actos que se llevan a cabo cuando la acción lingüística es capaz de producir un efecto, in- dependientemente de la propia acción lingüística.

"Decir algo producirá a menudo, o incluso normalmente, cier-

tos efectos o consecuencias en los sentimientos, pensamientos o actos/ del auditorio, del hablante o de otras personas; y puede decirse con / el designio, intención o propósito de producirlos. Podremos decir entonces que el hablante ha ejecutado un acto en cuya nomenclatura o bien / se hace referencia ( C.a) oblicuamente, o bien (C.b) no se hace en absoluto, a la ejecución del acto locucionario o ilocucionario. A la ejecución de un acto de esa clase la llamaremos ejecución de un acto perlocucionario o perlocución" (42).

Un acto ilocucionario debe tener como base, necesariamente, un acto locucionario; no ocurre así con el acto perlocucionario: se / puede asustar sin emitir palabras, pero difícilmente se puede prometer u opinar, etc... sin emitir una oración o usar un recurso convencional equivalente, establecido de antemano mediante una serie de actos ilocucionarios.

Actos perlocucionarios son, entre otros, distraer, engañar, asustar, etc... Para realizarlos es obvio que se necesita algo más que la simple emisión de la acción lingüística correspondiente. Si aparentemente esta bastase, nos podríamos dar cuenta de que han de intervenir otros factores concomitantes no lingüísticos, en cuya ausencia no se / habrían producido los efectos del mismo.

En relación con esta clasificación de las emisiones realizativas, se habla de "fuerza perlocucionaria" y "fuerza ilocucionaria" / de las emisiones realizativas; "La fuerza ilocucionaria de una expresión la conocemos con referencia a ellas ( se refiere aquí a las reglas para el uso del lenguaje ). Pero es muy distinto si atendemos a la fuerza perlocucionaria. Los efectos psicológicos que las expresiones o los tipos de expresión producen sólo pueden descubrirse por la observación

empírica de lo que les ocurre a los oyentes cuando aquellas se pronuncian. Las reglas lingüísticas constituyen la fuerza ilocucionaria, pero no la perlocucionaria. A la luz de lo que hemos visto, este hecho / deja abierta la posibilidad de que la fuerza ilocucionaria de un acto / lingüístico tenga algo que ver con su significado, mientras que su fuerza perlocucionaria nada tiene que ver con ello".(43).

Téngase ahora en cuenta que, si dos oraciones se usan para / ejecutar un mismo acto ilocucionario, podemos decir de ellas que son / sinónimas, esto es, que tienen el mismo significado. ¿Constituiría la / igualdad de su fuerza ilocucionaria la justificación de que se las considere expresiones sinónimas?.

Dos términos tienen el mismo significado cuando pueden sustituirse entre sí, sin que cambie la fuerza ilocucionaria de la expresión correspondiente. De tal manera que ambos términos contribuyen del mismo modo a la fuerza ilocucionaria de las oraciones en las que aparecen. Desde este punto de vista se podría, tal vez, decir que ( en vez del / críptico "el significado es el uso" ) "el significado de una expresión está constituido por la fuerza ilocucionaria que posee".

Mas, a primera vista, parece que el mismo Austin pensaba que no se podían equiparar significado y fuerza ilocucionaria. De este modo afirmó explícitamente: "Quiero distinguir la fuerza ( esto es, la / fuerza ilocucionaria, que es a la que se está refiriendo) del significado en el sentido en el que el significado es equivalente al sentido más la referencia..." (44) (No olvidemos que Austin colocaba el sentido y la referencia, según hemos visto más arriba, en el acto locucionario).

De esta manera, diferentes discípulos de Austin se enfrenta-

rán, en el sentido de que unos intentan mantener una tajante división/entre significado y fuerza ilocucionaria, mientras que otros intentan/extendir el concepto de significado hasta que incluya la fuerza ilocucionaria, e incluso equiparan esta al propio significado. La cuestión, al parecer, está en el modo como se quieren entender las pocas referencias que Austin hizo explícitamente al término significado (término cuyo uso, según confesaba, le disgustaba).

Quizás lo que Austin quería decir era que su planteamiento /del problema era muy distinto del planteamiento tradicional de la questión del significado y que lo que los filósofos entendían por signifi-cado (el sentido más la referencia) era algo muy distinto de lo que él quería exponer (entre otras cosas, porque el problema del significado estaba, en su opinión, mal planteado y su concepto de fuerza ilocucio-naria no era comparable con algo tan espúreo, según él, como el signifi-cado, entendido al modo tradicional).

Pretender reducir su análisis a cuestiones planteadas en tér-minos tradicionales, pudiera resultar algo insufrible para nuestro au-tor. Su afán de diferenciación podría, quizás, perseguir, no el sepa-/rar el tema de la fuerza ilocucionaria del tema del significado, sino el tradicional problema del significado de la alternativa en términos del análisis de las emisiones realizativas, que él proponía.

"Cuando Austin dijo que la expresión "significado" "puede borrar la diferencia entre acto locucionario e ilocucionario" es discus-tible que estuviera criticando la interpretación tradicional del sig-nificado como sentido y referencia y no simplemente previniendo contra el intento de equiparar el significado y la fuerza ilocucionaria"(45).

En determinados usos del lenguaje, por ejemplo, el lenguaje

moral, es un problema la cuestión de si lo que se puede hacer mediante las expresiones de carácter moral es realizar un único tipo de actos / ilocucionarios ( con una única fuerza ilocucionaria); las mismas palabras pueden servir para exhortar, ordenar, deplorar, resolver, etc... en función de la situación, de las relaciones entre los interlocutores etc... De aquí que el problema se complique enormemente en este tipo / de lenguaje.

En el tema de nuestro estudio, sin embargo, la dificultad es mucho menor ya que, se entienda la cuestión del modo que sea, en definitiva al científico lo que le interesa es informar y explicar los fenómenos respecto de ciertos acontecimientos considerados relevantes / para la explicación. Y en esta situación es imposible, por ejemplo, conocer el significado de un acto lingüístico (que pertenecería a la / clase de actos ilocucionarios) antes de conocer su fuerza ilocucionaria

Sin embargo, conviene señalar que con estos análisis se está dando satisfacción a la exigencia antes apuntada de que los filósofos/ analíticos debían estudiar con cierto mayor detenimiento la expresión "el significado es el uso", utilizada más de una vez simplemente como la panacea que resuelve los problemas planteados, sin más, como el célebre bálsamo de Fierabrás.

En cierto sentido queda explicado cómo el hecho de que una / expresión lingüística tenga significado está en función de lo que se / hace con ella en la emisión realizativa correspondiente. Se ha emprendido, desde luego, un análisis de la ambigua noción de uso y se establece ya una primera taxonomía acerca de los usos en las emisiones realizativas; etc... El camino andado, por supuesto, no es pequeño; y esto independientemente de toda la problemática que el propio análisis /

como método filosófico, lleva consigo.

Por ejemplo, es admirable la fineza de los análisis a que se ha llegado examinando el lenguaje moral. Las discusiones entre emotivistas, intuicionistas, prescriptivistas, descriptivistas, etc., podrán haber sido del carácter que se les quiera adjudicar; pero es indudable que han prestado el inestimable servicio de rendir un análisis extraordinariamente minucioso de los "usos" del lenguaje moral, diseccionando el ambiguo término "uso" en una multitud de funciones diferenciadas, / que serían inimaginables en el puro y simple slogan wittgensteiniano: "el significado es el uso".

En esta línea se sitúan los finos análisis de R. M. Hare sobre el lenguaje moral. Hare insiste, por ejemplo, en que ningún acto / lingüístico es completo sin su trópico (la partícula lógica que da a / un acto lingüístico su fuerza ilocucionaria). Si esto es cierto, habrá que decir que el significado de una expresión no puede separarse lógicamente, por completo, de su fuerza ilocucionaria. Con lo que Austin / se equivocaba al colocar el significado exclusivamente en el acto locucionario. De cualquier modo, también hay que señalar que tampoco se puede reducir el significado exclusivamente a la fuerza ilocucionaria de la expresión.

Convience señalar que las mismas distinciones de Hare, relativas al "neístico", "frático", "trópico" y "elístico" (46) han contribuido mucho a clarificar, desde el punto de vista analítico, muchas de las cuestiones que sobre el significado había planteadas. Sobre todo / han servido en gran medida para reparar en la importancia del elemento pragmático (cosa que ya Wittgenstein había señalado clarívidentemente) a la hora de intentar elaborar una teoría que pretenda dar respuesta /

a las cuestiones planteadas por el problema del significado.

De todos modos, las dificultades siguen siendo hoy por hoy / muy importantes, a pesar de los resultados que han conseguido en sus / análisis los filósofos de la Escuela de Oxford. Y una de las dificultades, por señalar alguna llamativa, es el hecho de que, por ejemplo, el concepto de "fuerza ilocucionaria" no es menos misterioso que el concepto de significado.

Indudablemente; después de los análisis que hemos examinado, puede parecer menos ambiguo que el de uso; pero tampoco se puede olvidar que, quizás, y por hacer referencia a nuestro tema, la fuerza ilocucionaria de las expresiones constituyentes de una teoría científica / puede interpretarse como idéntica al uso de las mismas en una función muy específica del lenguaje: la función referencial, en terminología / de Jakobson.(47).

J. R. Searle, por su parte, no acepta la distinción austina / na entre actos locucionarios y actos ilocucionarios (48). Y así, distingue, por su parte, los siguientes géneros de actos realizados en las / emisiones realizativas:

- a.- Acto de emisión de palabras ( morfemas, oraciones )
- b.- Acto proposicional, consistente en el acto de referir y predicar.
- c.- Acto ilocucionario: es el acto de enunciar, preguntar, mandar, etc... con los caracteres que ya Austin le señalaba.

"No estoy diciendo - afirmará nuestro autor - desde luego, / que estos actos sean cosas separadas que los hablantes hacen, como por azar, simultáneamente, sino más bien que, al realizar un acto ilocucionario se realizan característicamente actos proposicionales y actos de

emisión. Tampoco debe pensarse que de esto se sigue que los actos de / emisión y los actos proposicionales son a los actos ilocucionarios lo que comprar un billete y subir a un tren es a hacer un viaje en ferrocarril. No son medios para fines; más bien los actos de emisión son a los actos proposicionales e ilocucionarios lo que, por ejemplo, hacer una "X" en una papeleta de voto al hecho de votar" (49).

d.- A estos tres tipos de acto Searle añade el acto perlocucionario, con las características asignadas por Austin y que ya hemos examinado anteriormente.

En relación con el problema del significado, Searle introduce una dimensión psicológica muy interesante que había sido subvalorada, de modo consciente o inconsciente, por muchos filósofos analíticos. Así afirmará: "Los actos de habla se realizan característicamente al / emitir sonidos o al hacer trazos. ¿Cuál es la diferencia entre emitir / sonidos o hacer trazos, solamente, y realizar un acto ilocucionario?./ Una diferencia consiste en que de los sonidos o trazos que una persona hace al realizar un acto ilocucionario se dice característicamente que tienen significado y una segunda diferencia, relacionada con la anterior, consiste en que se dice característicamente que una persona quiere decir algo mediante esos sonidos o trazos" (50).

De manera que Searle insiste en el hecho de que al hablar se intenta comunicar ciertas cosas al interlocutor, haciéndole reconocer la intención que tiene el hablante de comunicar dichas cosas. De esta manera, significación e intención quedan conectadas. No se pueden, pues, obviar las intenciones ya que "usar" una expresión ( y por tanto, prestarle un significado; los términos son símbolos y tienen un significado porque se lo ha prestado la comunidad lingüística) consiste en:



1.- Decir lo que se piensa ( cuando se lo está diciendo)

2.- Decirlo con un significado.

Esto no significa que se pueda tratar el tema del significado exclusivamente desde la perspectiva de la intencionalidad del hablante y de que sólo la intencionalidad de éste determine el significado / de los términos. La intencionalidad puesta en el acto de habla no determina "per se" y de modo exclusivo el significado de la expresión / utilizada en el acto de habla: las reglas lingüísticas juegan un papel muy importante. De no ser esto así, acabarían confundiéndose el acto / ilocucionario y el perlocucionario. Pero intentar ser comprendido (persecución de un puro efecto ilocucionario) no es intentar conseguir una respuesta o efecto adicional a la previa comprensión de la expresión.

El significado es también resultado de reglas y convenciones de carácter lingüísticos. No se pueden utilizar de modo completamente/ antojadizo cualquier expresión para transmitir una intencionalidad determinada. Ha de haber adecuación entre la intención que persigue el / hablante y las reglas por las que se rige la expresión a través de la cual el hablante intenta comunicar su intención. "En las Philosophical Investigations, Wittgenstein (discutiendo un problema diferente) escribe: "Dí "hace frío aquí" queriendo decir "hace calor aquí" ". La razón por la que no somos capaces de hacer esto sin llevar a cabo ningún ajuste adicional consiste en que lo que podemos querer decir es, como mínimo, una función de lo que estamos diciendo. El significado, más que un asunto de intención es también, algunas veces al menos, un asunto de / convención". (51).

No se puede emitir cualquier expresión con cualquier significado, por el hecho de que las circunstancias permitan intenciones muy

diversas. ( En relación con esto, Searle propone el célebre ejemplo del soldado americano, capturado por los italianos que intenta hacer creer a sus capturadores que es un soldado alemán, mediante la recitación de un primer verso de un poema alemán que conoce: "Kennst du das Land wo die Zitronen Blühen?". ¿Significaría esto "soy un soldado alemán" tal como lo pueda significar la expresión "Ich bin ein deutscher Soldat"?. Parece claro que Searle lleva razón en lo que está señalando acerca de la mediación de las reglas lingüísticas correspondientes a las expresiones del hablante).

Hay unas reglas que gobiernan el uso convencional de las expresiones lingüísticas y que determinan, también, en gran parte el significado de estas; el hecho de que una persona quiera decir algo está relacionado, y no simplemente por azar, de manera estrecha con lo que la oración significa en el lenguaje.

De hecho, cuando uno quiere decir algo, lo expresa mediante la oración adecuada, no mediante cualquier oración. Y este hecho es / aún más patente en el caso del lenguaje científico, donde la intención del hablante se supone irrelevante ( simplemente se persigue informar, explicar) y esta no se cumpliría en absoluto, si no estuviera estrechamente ligada al uso de las expresiones correspondientes, determinadas por el uso de las reglas convencionales aceptadas en el lenguaje de / las teorías científicas y de los sistemas representacionales.

Para Searle el concepto de significado puede ser analizado / mediante los conceptos de "decir algo" y de "querer decir lo que ese / algo (esa expresión) significa". Nuestro autor lleva a cabo un fino análisis de la cuestión en los siguientes términos:

"H emite la oración R queriendo decir lo que significa (esto

es, quiere decir literalmente lo que dice)

a) H intenta (i-1) que la emisión E de R produzca en O el conocimiento (el reconocimiento, la consciencia) de que se dan los estados de cosas especificados por (algunas de) las reglas de R (llamamos a este efecto el efecto ilocucionario E I).

b) H intenta que E produzca E I por medio del reconocimiento de i-1.

c) H intenta que i-1 se reconozca en virtud de (por medio de) el conocimiento que O tiene de (algunas de) las reglas que gobiernan (los elementos de) T " (52)

Habría que decir que las reglas especifican las condiciones de emisión de la oración y "aquello como lo que la emisión cuenta"; al mismo tiempo que la oración proporciona el medio convencional de lograr la intención que el hablante tiene de producir el efecto ilocucionario de la comprensión en el oyente.

#### REFLEXIONES SOBRE EL SIGNIFICADO DE LOS TERMINOS Y LA PRAGMATICA DEL LENGUAJE

Tras la reflexión mínima que hemos hecho sobre cada una de / las teorías del significado que hemos examinado, nos parece muy interesante señalar que, partiendo de la clásica división tripartita de Morris en Sintaxis, Semántica y Pragmática, se puede ver que en cierto / modo muchos de los errores a que se ven abocadas algunas teorías están radicados en no advertir el hecho de que el problema del significado es de tal naturaleza que no afecta sólo a la Semántica de los términos. Es más, quizás haya que decir que, después del análisis de las emisiones realizativas, de los estudios sobre la naturaleza de los actos de

habla ilocucionarios, etc... parece que el problema del significado ha ya de ser situado eminentemente en el terreno de la Pragmática.

Es en la emisión realizativa donde las palabras adquieren / significado y donde estas cumplen su función mediadora entre las cosas y el pensamiento. De este modo, el problema, o los problemas, sobre el significado de los términos parece que sólo puedan resolverse si se / analiza lo que se hace con ellos. Quien no sabe qué hacer con un término, cómo utilizarlo, desconoce el significado del mismo. En el caso del / lenguaje científico, nos parece, esto queda aún mucho más claro.

En este sentido, un término deja propiamente de serlo para / no consistir más que en una serie de sonidos cuando no se sabe cual es su uso. A partir de este momento la función mediadora del lenguaje de-ja de cumplirse y, como consecuencia de ello, se puede decir que este desaparece ( "el lenguaje se va de vacaciones", en expresión de Witt-/genstein). Y esto es lo que ocurre al profano de una ciencia cuando / se introduce en la exposición de teorías de un alto nivel de especiali-zación que requieren una sólida preparación matemática: los términos / dejan propiamente de serlo porque desconoce el uso de los mismos.

Esto, sin embargo, no pretende descalificar los estudios que se han planteado el problema del significado, concentrándose en el sig-nificado de las oraciones en sí mismas consideradas, y no en su uso / dentro de las realizaciones de los "speech acts.". Lo único que preten-demos es subvertir el carácter exclusivista con que, frecuentemente, se han llevado a cabo.

"Es posible distinguir, al menos, dos tendencias en los tra-bajos contemporáneos de filosofía del lenguaje: una que se concentra / en el uso de las expresiones en las situaciones de habla y otra que /

se concentra en el significado de las oraciones. Los que practican estos dos enfoques hablan a menudo como si estos fueran inconsistentes, y el hecho de que históricamente hayan sido asociados con puntos de vista inconsistentes sobre el significado, proporciona, por lo menos, algún apoyo al punto de vista según el cual son inconsistentes. Así, / por ejemplo, las primeras obras de Wittgenstein, que se alinean en la segunda tendencia, contienen puntos de vista sobre el significado que / son rechazados en sus últimas obras, que se alinean en la primera tendencia. Pero aunque históricamente ha habido marcados desacuerdos entre los que practican estos dos enfoques, es importante darse cuenta / de que los dos enfoques interpretados, no como teorías, sino como enfoques para la investigación, son complementarios y no competitivos" ( 53).

Nos remitimos a lo que exponíamos en la presentación de nuestro trabajo sobre la contraposición que advertíamos entre las líneas de investigación de la epistemología francesa y las de la filosofía de la / ciencia anglosajona; nos parece que, en relación al lenguaje científico, las reflexiones anteriores son perfectamente aplicables. Pero sigamos ahora con el hilo de nuestro discurso.

Para que exista una situación en la que tenga sentido preguntarse por el problema del significado, deben darse en la misma los siguientes elementos:

- a) dos personas que se comunican entre ellas.
- b) Una situación o cosa, que se constituye en el objeto a comunicar por los hablantes.
- c) Una serie de signos (o un signo) a través de los cuales se transmite la comunicación.

Pero algo entra a ser signo cuando, siendo en principio un / mero acontecimiento material ( una simple emisión acústica o unas manchas sobre una superficie ) entra en unas complicadas relaciones definidas entre los hombres que las utilizan. De esta manera, pues, el sistema de signos queda envuelto en un sistema de relaciones sociales, en mayor o menor medida convencionales.

El hombre es animal simbólico porque es animal social. Este animal simbólico establece unos signos a los que se asignan unos usos significativos, los cuales se producen, precisamente, porque entran / en relación unos con otros, dentro de unas relaciones sociales; estas relaciones sociales, soporte de los propios signos en cuanto tales, y, por tanto, soporte indirecto del significado de los signos, exigen que el problema del significado deba dilucidarse en el terreno de la Pragmática; esto es, en el terreno en el que las relaciones sociales intervienen en el lenguaje. (Recordemos la expresión wittgensteiniana "el / lenguaje como forma de vida").

Desde esta perspectiva puede examinarse la opinión de Searle expresada en relación a si su estudio es más bien un estudio de la "parole" y no de la "langue" en términos saussureanos. " No hay, afirma, / por lo tanto, dos estudios semánticos distintos e irreductibles: por / un lado un estudio de los significados de las oraciones y por otro un estudio de las realizaciones de los actos de habla. Pues de la misma / manera que forma parte de nuestra noción del significado de una oración el que una emisión literal de esa oración con ese significado en un / cierto contexto constituya la realización de un acto de habla particular, así también forma parte de nuestra noción de acto de habla el que exista una oración (u oraciones) posibles, la omisión de las cuales, /

en cierto contexto, constituiría en virtud de su (o sus) significado / (s) una realización de ese acto de habla". (54).

El lenguaje, pues, se da en una red de relaciones. "... el / término "juego lingüístico" intenta subrayar el hecho de que hablar un lenguaje es parte de una actividad, de una forma de vida" (55).

El lenguaje está entrelazado con otras actividades; de esta manera, la forma de vida en la que está entrelazado el lenguaje científico puede situarse como objetivada en los sistemas representacionales a que nos hemos venido refiriendo; para poderse comunicar en un lenguaje hay que compartir con los demás una forma de vida; para poderse comunicar en el lenguaje científico hay que compartir la "forma de vida" reflejada en el sistema representacional de la ciencia de la época correspondiente.

Por este motivo, nos parece que plantearse el problema del / significado de los términos científicos desde el punto de vista de la Semántica, exclusivamente, (acudiendo a la "semántica" de una teoría / perfectamente sistematizada) es plantearse la cuestión de un modo un / poco miope. Al fin y al cabo, cuando se está exponiendo una teoría sistematizada e interpretada perfectamente, se está estableciendo un diálogo entre dos individuos: el autor o el expositor de la teoría y el / receptor o estudioso de la misma.

Pero esta comunicación se establece sobre la base de unos supuestos comunes previos; como decía Wittgenstein, lo que hacemos en / nuestro juego lingüístico descansa siempre sobre una serie de presuposiciones tácitas y la exigencia de justificación para lo que se está diciendo ha de detenerse en algún punto. Es en este contexto donde el sistema representacional sirve de base para la exposición de la teoría

científica y le presta todo su sentido completo.

Las teorías científicas, se nos podría decir, tienen, sin embargo, un significado independiente del sistema representacional. Permitásenos, de todos modos, que maticemos un poco esta afirmación de un modo más adecuado. Se nos dirá, por ejemplo, que Mendel no fue entendido en su tiempo, pero que la teoría que elaboró sobre la transmisión de la herencia tenía un significado; significado independiente de ningún sistema representacional ( por ello no fue entendido) y que fue redescubierto medio siglo después. ¿Es esto cierto?, ¿qué es, pues, tener significado ante este ejemplo?. Veamos esto más detenidamente.

Ya hemos dicho que se tiene significado para alguien; es el/ hombre, como animal simbólico, el que presta significado a los signos. Se nos argüirá, sin embargo, que la teoría genética mendeliana tenía / un significado definido para Gregorio Mendel y que fue este significado el que posteriormente se redescubrió. Y hasta cierto punto esto es cierto; pero sólo hasta cierto punto; la teoría no puede ser dependiente por completo del sistema representacional sobre el que se asienta;/ de lo contrario, no se producirían las que han dado en llamarse revoluciones científicas.

Pero el significado que Mendel asignaba a los términos de su teoría no era el que la ciencia de su tiempo estaba preparada para asignarle; y estos términos aún no se podían utilizar con los significados que Mendel quería asignarles. El actual significado ( vamos a llamarlo así ) "mendeliano" de estos términos era impensable para la Biología / de su tiempo. De este modo, a los términos se le asignaban otros usos distintos ( o no tenían uso alguno) y por ello tenían otro significado (o no tenían ninguno); independientemente de que el significado consis



ta o no en el uso, esto nos parece claro.

En cierto modo, se puede decir que los términos usados por Mendel hubieron de aguardar su significación ( su nueva significación) hasta que pudieron ser comunicados con tal significado a los restantes usuarios: los biólogos. Sólo cuando pudieron usarse en un sentido idéntico o muy próximo al explicado por Mendel, pudo reconocerse el nuevo significado de los mismos. Los significados se reconocen y ello sólo / puede hacerse si, previamente, se usan del modo en el que luego pueda / reconocerse dicha significación. (La expresión, por ejemplo, de "perfil de personalidad" no tiene significado para un crío que está en los primeros años de escolaridad; sin embargo, un psicólogo reconocería el significado de esta expresión inmediatamente.

Como afirma Hanson y ya hemos citado en nuestro trabajo anteriormente, "¿podría, por ejemplo, significar algo la expresión E.m.e.<sup>2</sup> hace dos mil años? ¿Para quién?". En efecto, detrás de esta expresión / einsteiniana hay muchos siglos de análisis matemático, de interpretación científica de la realidad física, de esfuerzos de cientos y cientos de científicos, etc... etc... En otras palabras, hay un sistema representacional gracias al cual la expresión anterior puede adquirir un significado; faltando aquel, falta este; y esto mismo es lo que sucedió en el caso de Mendel, aunque de un modo menos notorio, por supuesto.

De cualquier modo, esto no supone que Mendel resultaba absolutamente ininteligible para sus contemporáneos ( de lo contrario, quizás ni hubiese podido exponer su teoría); pero no había una "forma de vida común" sobre la que se asentase el lenguaje de uno y otros, correspondiente al lenguaje científico que utilizaba Gregorio Mendel. / Existía un uso ordinario de los términos en el lenguaje común que per-

mitía la inteligibilidad entre hablante y oyente, aunque eso sí, dentro de los elementos comunes que formaban parte de las formas de vida compartidas por ambos. Pero en el uso científico que Mendel pretendía dar a los términos de su teoría, no había elementos comunes en los que apoyarse para la comunicación.

Mendel hubiera podido comunicar el significado exacto de su teoría cuando la pragmática del lenguaje científico (objetivada en el sistema representacional) le hubiera permitido hacerlo; y para ello se habría exigido que en el sistema representacional de la biología de la época hubiera sido posible utilizar los términos empleados por Mendel con la significación que este autor pretendía, o al menos, que los biólogos contemporáneos suyos estuviesen a la búsqueda de nuevos usos (el sistema representacional recogería esta inquietud y ya habría un elemento común en las respectivas formas de vida en que se apoyasen los usuarios de tal lenguaje científico); en este caso, quizás, dicha significación podría haber sido reconocida por el resto de los biólogos. Pero ello, como decimos, exigía que en el sistema representacional de la ciencia biológica de entonces se hubieran producido determinadas modificaciones. El retraso en la aparición de estas, pensamos, retrasó, a su vez, la aceptación, por parte del resto de la "ciudad científica", de la teoría de Mendel sobre la herencia.

Nos encontramos, sin embargo, con un nuevo problema del que debemos dar cuenta ahora: ¿cómo se introducen, pues, nuevos significados de los términos teóricos?. ¿Qué circunstancias objetivas garantizan que la introducción de nuevos usos de determinados términos van a ser aceptados por la comunidad científica? ¿En qué se basa un científico que presenta una teoría revolucionaria, para comunicarse con sus co-

legas?.

LA INTRODUCCION DE NUEVOS SIGNIFICADOS PARA LOS TERMINOS CIENTIFICOS

Nos parece claro que para dar respuesta a las preguntas anteriores no se puede desterrar por completo de nuestros análisis la dimensión psicológica. Los significados, ya lo hemos indicado, no son las imágenes mentales, ni los pensamientos; los significados no son vívidos o desvaídos, violentos, placenteros, etc... y existe multitud de términos con significado que no despiertan imágenes o que despiertan imágenes muy diferentes en los distintos sujetos que hacen uso de los mismos.

Pero no conviene olvidar que, sin ser el significado la imagen mental del término lingüístico, sí correlaciona con determinadas imágenes o actos psíquicos. (Y esto a pesar, en el caso de nuestro trabajo, de las dificultades que pueda presentar, por ejemplo, la existencia de hipótesis no figurativas en microfísica; en estos casos habría que recurrir a un análisis de la función de la matemática como medio para introducir un nuevo uso de un término desligado de toda posibilidad de representación figurativa; la realización de determinadas operaciones lógicas o psicológicas permitirán encontrar el hilo conductor utilizado por el físico para introducir el nuevo uso de los conceptos no figurativos).

Cuando utilizo la palabra "perro" alguien puede tener en la mente la imagen de un caniche, otro, quizás, la de un dalmata; tal vez uno se imagine un perro sent-ado, mientras que otro evoca la imagen de un galgo corriendo; todo depende, quizás, de la educación, los gustos/

y la propia situación de cada uno.

Pero es difícil, sin introducir supuestos adicionales que hagan explicables tal fenómeno, suponer que alguien se imagine un pato o un libro. Es decir, hay un cierto "aire de familia" entre todas las imágenes que puedan evocarse entre los distintos oyentes de un mismo término..

Los individuos tienen experiencias parecidas con ocasión de ciertos pensamientos que acompañan al uso de los términos y los procesos psíquicos privados contienen elementos que, de algún modo, se en-/cuentran en todos los individuos que saben el idioma dado y tienen al-/gún conocimiento sobre el mundo. El que conceptos como el de "signifi-/cado" no puedan explicarse exclusivamente en términos de experiencias/ subjetivas privadas no es óbice para que se pueda seguir manteniendo la dimensión psicológica del problema; es más: esta dimensión puede ayu-/darnos, quizás, a plantearlo de un modo que sea más adecuado.

"Supongamos - dice A. Schaff - que se trata aún de la ins-/cripción "ahí hay caballos". Todo el que en lo futuro lea esta inscrip-/ción comprendiéndola ( se supone el conocimiento del idioma) o todo el que en lo futuro la pronuncie entendiéndola, experimentará (como se di-/jo arriba) un acto psíquico parecido al nuestro. Comprenderá el senti-/do de la oración y los significados de las palabras y experimentará /psíquicamente la proposición y las nociones adecuadas. ¿ Por qué?. No porque haya una proposición como entidad ideal que se actualice en /las experiencias individuales, sino porque en los individuos que entie-/den un idioma dado están conectadas experiencias cognitivas similares con un enunciado dado (suponiendo el estado normal de las mentes), lo cual, a su vez, se debe a la reflexión de la misma realidad por apar-

los perceptivos que están constituidos y funcionan del mismo modo". / (56).

Se puede apelar, pues, al hecho de que todos tenemos una historia evolutiva común y un mecanismo perceptivo similar, que funciona de modo más o menos parecido en todos los sujetos de una misma cultura. Esto permite que se pueda producir la comunicación entre los sujetos; y así ocurre que, cuando alguien quiere introducir nuevos significados mediante nuevos usos, puede valerse del mecanismo psicológico despertado por el uso de determinados términos ya comprendidos y usados anteriormente.

Estos últimos producirán, mediante el apoyo que prestan al nuevo uso del término correspondiente, aproximadamente las mismas reacciones psíquicas cognoscitivas en el oyente que ya habían despertado en el hablante. A través de estas reacciones psíquicas que el sujeto irá identificando en distintas ocasiones, irá detectando el nuevo uso y, por ello, el nuevo significado del término; aproximadamente así es como el niño pequeño aprende a utilizar vocablos nuevos. La clave, pues, para la introducción de nuevos usos de un concepto está en el hecho de que haya experiencias intersubjetivas en las que poder apoyarse; en el caso de las hipótesis no figurativas, ya lo hemos dicho, la matemática puede prestar las experiencias intersubjetivas en que apoyarse.

Mas esto se presenta, en el caso del lenguaje científico, en un nivel en el que puede decirse que la teoría correspondiente en la que se inserta el nuevo significado del término no está aún ni formalizada suficientemente, ni, tal vez, sistematizada del todo. En cierto modo nos estamos refiriendo a conceptos que aún no se examinan dentro de una teoría; dentro de esta, su introducción quedaría perfectamente

determinada por sus relaciones intrateóricas; pero ello sólo ocurrirá si se posee la teoría previamente; lo más normal es que se posea el concepto y sobre un conjunto de ellos se establezca la teoría correspondiente; en cierto modo, pues, la teoría sería como "la conciencia" del concepto.

En otras palabras, desde cierto punto de vista, una teoría / se convierte en tal cuando ya se posee el uso nuevo, por parte de la / ciudad científica, con el que se utilizan los términos científicos que la constituyen. De lo contrario, no podría ser formulada la propia teoría. Pero si el nuevo uso del término ha sido adquirido, por así decirlo, extrateóricamente, no puede reducirse luego el problema a examinarlo de modo exclusivamente intrateórico; en relación con esto podríamos abonar la tesis de P.K. Feyerabend, quien afirma que no se da un progreso científico sin un constante mal uso del lenguaje. ( el "buen" / uso vendría determinado por la exclusiva utilización de los conceptos en las puras relaciones intrateóricas reflejadas en la exposición de / la teoría).

Por ello, junto al uso que un término científico tenga dentro de una teoría científica específica, subsiste un uso extrateórico del mismo. A veces el uso teórico es muy distinto al que tiene a nivel extrateórico; pero incluso en este caso, el uso extrateórico servirá como un poste indicador que señala hacia donde apuntamos con el término, usado de una nueva manera. Y esto es válido, de forma mediata, para el caso de términos que no hayan tenido ningún uso extrateórico (términos que aparecen exclusivamente en el seno de una teoría ya constituida) / ya que estos se introdujeron gracias a sus relaciones con otros términos que sí tienen un uso fuera de la teoría internamente considerada.

EL CONCEPTO DE APLICACION LINGÜISTICA Y EL SIGNIFICADO DE /  
LOS TERMINOS CIENTIFICOS

No siendo la referencia un elemento interviniente en el significado (que determine por sí el significado de los términos), las / expresiones pueden cambiar de significado sin variar su referencia; y esta constancia de la referencia de términos con un significado muy / distinto en una y otra teoría, permite la circunstancia de que se esté hablando de lo mismo, aunque se diga que se habla de otra cosa; en realidad se habla de lo mismo que pretendía explicar tal otra teoría; por ello se puede comparar con ella; lo que ocurre es que se intenta explicar de una manera distinta y, así, los elementos utilizados en la explicación del fenómeno quizás cambien, pero apuntan a lo mismo. (Y sobre todo, apuntan a los mismos objetivos reconocidos como "legítimos" por la "ciudad científica").

Téngase además en cuenta que, propiamente hablando, los términos científicos no refieren directamente a la realidad; la referencia de un término científico, cuando la tiene, es un elemento de un modelo científico. De manera que los modelos pueden cambiar; se puede / elaborar otro modelo de una teoría distinta para dar cuenta de la realidad; en este caso, las mismas palabras se refieren a elementos de modelos distintos. Pero estos modelos, a su vez, intentan representar / elementos de la realidad y los fenómenos reales a los que se refieren son los mismos aunque cambie la teoría explicativa.

Desde esta perspectiva del modelo como mediación de la realidad, se puede entender la reflexión de Bachelard acerca de que carece / de sentido hablar de la extensión de un concepto científico (recuérdese el caso de la extensión correspondiente al concepto de "condensador

eléctrico") y que la comprensión de dichos conceptos es, en cierta medida, extrínseca, puesto que esta comprensión se establece conforme se multiplican las relaciones teóricas entre los conceptos, determinadas en el modelo.

Pero quizás se pueda entender mejor la cuestión del cambio / de significado de los mismos términos científicos, manteniéndose, a pesar de ello, una continuidad del progreso del conocimiento científico, mediante el manejo del concepto lingüístico de aplicación.

"Cuando hay datos - nos dirá Lyons - de lenguas distintas / que pueden ponerse en correspondencia mutua sobre la base de la identificación de rasgos y situaciones comunes de la cultura en que ambos / operan, cabe decir que aquellos datos tienen la misma aplicación".(57)

Introduciendo las pertinentes modificaciones , en el sentido de que las lenguas distintas correspondan en nuestro caso a teorías distintas y "cultura" venga sustituido por "sistema representacional", / la utilización de este concepto para explicar la continuidad de una / teoría en otra, referentes al mismo grupo de fenómenos a explicar, puede quedar justificada. Sobre todo, porque de esta manera se puede mantener la identificación semántica entre términos que no tienen referencia alguna (tal como, por ejemplo, las variables intermedias de una / teoría.

Por otro lado, desde esta perspectiva, el progreso de una / teoría sobre otra podría venir dado en términos de que los conceptos utilizados puedan tener mayor aplicación en la nueva teoría. La extensión o alcance mayor de la nueva teoría podría explicarse, según lo que venimos diciendo, por la extensión de la aplicación de sus términos, / mayor que en la teoría antigua.



Los términos científicos se remiten a elementos de un modelo y este no es precisamente la realidad, sino una representación suya. / De manera que en el transcurso de la historia, el término científico / correspondiente ha servido para integrar distintos modelos representacionales de la realidad. A lo largo de este proceso, pues, términos como "Juz", "energía", etc... implican en su uso la interacción de muchos modelos. de modo que habría un uso "intrateórico", correspondiente a un tipo de modelos determinados, desde el que se interpreta el fenómeno real; pero habría también un uso "extrateórico", científico también, nótese bien esto, de acuerdo con la interacción de todos los modelos que integran en su estructura los elementos denominados por el término.

En realidad, como dice Bachelard, en los estadios más avanzados del conocimiento científico, productos de lo que él llama "el nuevo espíritu científico", los conceptos se construyen, no se encuentran. De manera que estos conceptos superan a la realidad, tal como esta se presenta "de modo natural", en una fenomenología de primer orden. Esto significa que se elaboran unos usos nuevos de los términos que subyacen a conceptos que van a ser distintos.

#### SIGNIFICADO Y SISTEMA REPRESENTACIONAL

Los nuevos usos correlacionan con nuevos conceptos y los términos usados de una manera extrateórica desembocan en una provechosa / analogía. En efecto, esta analogía nos permite una primera aproximación por parte del hablante hacia el oyente, para dilucidar el nuevo / uso. De lo contrario la introducción de un nuevo uso de un término sería imposible. Si pretendemos que los significados de los términos teó

ricos se agotan dentro de las propias teorías, tal como, por ejemplo, propone Braithwaite, la ciencia tendría que desarrollarse mediante un proceso de creación continua.

Un concepto científico se entiende como tal cuando sobrepasa la significación que le atribuye el sentido común. Si la ciencia se diferencia del sentido común, tal ocurre porque los conceptos que utiliza sobrepasan el marco de significación del mismo concepto en el sentido común. Esto ocurre porque, en cierta medida, la riqueza de un concepto científico parece estar en su poder de deformación en relación / con el concepto primitivo de la experiencia básica del sentido común / en el conocimiento general. No digamos ya los conceptos científicos / que no tienen correspondencia ( o nombre) en el mundo del sentido común.

Por tanto, se puede decir desde determinada perspectiva que un concepto científico es tal cuando su uso se realiza de determinada forma muy distinta del mismo concepto usado en las ocasiones en que se pone en juego el conocimiento de carácter general. Tal ocurre, por ejemplo, con el concepto de espacio. Recuérdese lo alejados que están los espacios de configuración de la Física Contemporánea de lo que podríamos llamar el espacio sensible; es la gran distancia que media entre lo racionalizado y lo vivido. (58)

Ahora bien, considerado exclusivamente en su uso dentro de / una teoría científica, hablando de un modo rígido, completamente estricto, los conceptos utilizados en una teoría son distintos de los / conceptos utilizados en otra, a pesar de que aparezcan bajo los mismos términos ("las palabras permanecen, los significados cambian").

Las reflexiones de P.K. Feyerabend, por ejemplo, ponen de ma

nifiesto que, en lo relativo a espacio, tiempo y masa, en la Teoría de la Relatividad y en la Mecánica Newtoniana, tienen significados distintos. Pero, la pregunta que nos hacemos a continuación es la siguiente: ¿debe concluirse de ello que ambas teorías sean incommensurables? ¿se debe concluir más bien que espacio, tiempo y masa son términos ambiguos? ¿No cabe otra alternativa a la cuestión suscitada?

Creemos que se nos podría conceder, al menos, el beneficio de la analogía; los mismos términos tienen en teorías diferentes significados análogos. Pero la pregunta siguiente es ¿respecto de qué son, pues, análogos?

Quizás cabría decir que la analogía les viene dada en función del lugar que ocupan en la "geografía lógica" de los conceptos, tal como quedan distribuidos en el sistema representacional de la ciencia correspondiente. En otras palabras, todo término tiene, como tal, una doble dimensión: dentro del sistema representacional y dentro de la teoría correspondiente. La aplicación de un concepto puede ser comparable con la de otros (presentados ambos, a veces, bajo el mismo término); y descubrir así elementos comunes que permitan seguir la línea de continuidad en el progreso científico.

La consideración puramente intrateórica acerca del significado de los términos puede parecer suficiente cuando estos aparecen por primera vez en el lenguaje de la ciencia, ya dentro de una teoría determinada, y gracias a la propia teoría adquieren algún sentido; en este caso, el término no había aparecido antes de la existencia de la teoría. En este caso se producen situaciones en las que ciertos términos pueden estar todavía fuera del sistema representacional y, durante algún tiempo carecen de toda conexión extrateórica directa.

Así, por ejemplo, términos como "gen" en la genética mendeliana o "entropía" en la termodinámica, han estado y quizás aún estén todavía en esta situación. Pero no parece que sea esta mera consideración teórica válida para términos que ya tienen un uso previo a las teorías, bien porque pertenezcan al lenguaje ordinario, bien porque ya han sido utilizados en teorías anteriores. Tal ocurrirá, por ejemplo, con los términos "masa", "electrón", etc... en la Microfísica actual.

De esta manera consideramos que es muy interesante el estudio de la historia y filiación de los conceptos; tanto o más que el estudio del propio encadenamiento de las teorías científicas sucesivas; las dificultades para ordenar la sucesión de las teorías pueden quedar salvadas, y el problema de la presunta incommensurabilidad de las teorías alternativas puede obviarse de este modo, enfocando la cuestión sobre las vicisitudes epistemológicas que los conceptos científicos han sufrido a lo largo de su historia.

Pensamos, por tanto, que si se adopta una postura exclusivamente intrateórica, buscando la dimensión interna del significado de los términos de la teoría, el estudio sobre los conceptos y su evolución histórica resultaría imposible y, de este modo, se nos escaparía la dinámica del propio proceso de evolución del conocimiento científico.

Ante esta tesitura puede servirnos de gran ayuda en nuestra interpretación del problema planteado el concepto de perfil epistemológico, elaborado por Bachelard (59). Para ello, sin embargo, es necesario introducir algunas modificaciones en tal concepto, la más importante de la cual es eliminar el carácter de la dimensión psicológica /

individual de dicho perfil.

En efecto, el perfil epistemológico bachelardiano hace siempre referencia a un espíritu particular; Bachelard nos dirá: "il ne vaut que pour un esprit particulier". Mas ahora deberemos, por decirlo así, estirar la significación de tal concepto y extender la aplicación del mismo a lo que hemos dado en llamar el sistema representacional. La comunidad científica poseería, así, un perfil epistemológico aceptado / por todos ( más o menos difuso en algunos casos, pero coincidente en / lo sustancial) de los conceptos utilizados en las teorías científicas, en un momento histórico determinado. En este perfil epistemológico colectivo se encontraría objetivada la historia del concepto.

De acuerdo con la frecuencia de los usos que se puedan hacer de un término, en función de la naturaleza de la noción que le subyace ( en el pensamiento de Bachelard, según se haga desde la interpretación de un realismo ingenuo, un empirismo positivo, un racionalismo / clásico, un racionalismo completo o un racionalismo discursivo (60) ), se podría elaborar un perfil epistemológico de una noción personal de cualquier concepto científico. Bachelard, por ejemplo, realiza la confección de su propio perfil epistemológico de los conceptos de masa y energía. "Una noción, nos dirá, siempre es un momento de la evolución de un pensamiento".(61).

Del mismo modo, extrapolando esta idea se podría pensar en / la posibilidad de construir el perfil epistemológico de una noción / científica de acuerdo con la evolución del pensamiento general científico (el pensamiento de los científicos en su conjunto) a lo largo del tiempo, en lo relativo al significado de tal noción. De esta manera, / independientemente de la situación nociónal en que se encuentre un tér

mino dentro de una teoría científica, respecto de la filosofía que le subyace ( en el "nuevo espíritu científico, tal noción se encontraría/ siendo objeto de un "surracionalismo, en términos de Bachelard, desde la perspectiva intrateórica), el resto (extrateórico) del perfil epistemológico permitiría identificar dicho concepto a lo largo de la evolución del pensamiento científico. Sería tarea de la Epistemología estudiar los indicadores que podrían suministrar la clave para interpretar el perfil epistemológico colectivo de los científicos, recurriendo a la historia de los conceptos y a las influencias de muy variada índole que han ido infuyendo en su interpretación.

Para Bachelard, la Filosofía de la Ciencia no puede, por esto, ser homogénea, porque los conceptos científicos no tienen todos el mismo grado de madurez; el perfil epistemológico, que nos daría el índice de madurez del concepto, es muy distinto de unos a otros . Así, afirma, "para demostrar que la ciencia es realista se escogen ejemplos de conceptos en los que realmente lo es; para demostrar que es positivista, se escogen otros ejemplos en los que esta lo es; para demostrar que es racionalista se escogen ejemplos en los que el científico es / kantiano, etc...". El enfoque, por tanto, desde esta perspectiva de homogeneidad, es siempre parcial.

Pero los conceptos científicos poseen "ingredientes", restos nocionales, de las distintas filosofías por las que ha ido atravesando el espíritu científico a lo largo de su historia, hasta desembocar en/ el nuevo espíritu científico señalado por Bachelard. Aquí estaría ya / presente la categoría de "obstáculo epistemológico", elemento capital/ del pensamiento bachelardiano. Las etapas por las que habrá atravesado el concepto, y cuyos restos se reflejarán en el perfil epistemoló-

gico correspondiente son, según nuestro autor: a) el animismo, b) el /  
realismo, c) el positivismo, d) el racionalismo e) el racionalismo com-  
plejo y f) el racionalismo dialéctico. (Estas dos últimas etapas las/  
engloba en algún trabajo bajo el término común de surracionalismo).

Si extrapolamos esta situación referente al espíritu del /  
científico particular al espíritu de la comunidad científica, objeti-  
vado en el sistema representacional, podremos quizás encontrar una vía  
de explicación más satisfactoria al problema que estamos examinando. /  
En el sistema representacional no sólo entra la correspondiente parte  
del perfil relativo a la etapa del concepto que corresponde al surra-  
cionalismo, como ocurriría con la consideración exclusiva de una teo-  
ría actual de la que dicho concepto formase parte; también entrarían /  
como componentes los correspondientes a las etapas del racionalismo, /  
positivismo, animismo, etc... ya superadas en la teoría madura.

De esta manera, cuando dentro de una teoría los usos de un /  
término han cambiado en relación a los usos que tenía en tal otra, su  
dimensión, por llamarlo así, en terminología bachelardiana, surraciona-  
lista es distinta. Pero ello está añadido a otros elementos del concep-  
to relativamente estables, de modo que siempre queda algo en el perfil  
epistemológico del concepto que pueda impedir que se pierda "el rastro"  
del mismo, conforme va evolucionando la ciencia. Creemos que de esta/  
manera se puede salvaguardar de un modo efectivo la noción intuitiva-/  
mente plausible de progreso científico.

Cuando se construye un nuevo significado para un nuevo con-  
cepto en el "nuevo espíritu científico", como esta construcción está /  
correlacionada con otros elementos que pertenecen a etapas anteriores  
de un concepto al que, posiblemente, sustituye, y estos elementos for-

marán parte de su perfil epistemológico, ocurrirá que tal objeto construido será, sin embargo, reconocible.

En el perfil epistemológico del concepto antiguo y en el del concepto nuevo (que tienen, por lo demás el mismo término en muchos casos), hay una parte de la línea que lo delimita que es aproximadamente común y que está presente en la mente del común de los científicos que los utilizan. Habrá así una determinación del significado del término dentro de la teoría por las relaciones que guarda con el resto de los conceptos teóricos integrantes de la misma, pero fuera de ella habrá / también una determinación del significado por el perfil epistemológico que corresponda al término.

Si esto es así, no hay ningún problema en que se admita que no teniendo el mismo significado los términos de las teorías científicas, aunque tengan el mismo significante, como se podrá decir que tienen una parte de su aplicación común ( desde el punto de vista del lugar que ocuparían en la "geografía lógica" del sistema representacional), se puede hablar de una cierta comparatividad entre ellos, de / acuerdo con el perfil epistemológico de dichos términos, que conservarán elementos comunes en una y otra teoría.

Por lo demás, no entrando la referencia de la realidad física a formar parte del significado de los términos, no cabe plantearse el problema de si los mismos términos hablan de una distinta realidad, tal como planteaba, por ejemplo, Feyerabend; de acuerdo con esto, se / puede seguir manteniendo la idea de la posibilidad de explicar y justificar una continuidad en el progreso científico, en relación con teorías alternativas que van ampliando el grado de conocimiento de la realidad.



De tal manera que se podría decir que en un término científico se da una indiscutible unidad de sintaxis, semántica y pragmática, que determinan conjuntamente el significado del mismo. Así, es conveniente reparar en cómo la sintaxis (la matemática) determina en cierto modo la semántica; la semántica, por su parte, sólo recoge una determinada dimensión parcial significativa del término (dimensión que desde la perspectiva de una determinada teoría particular científica puede estudiarse quizás de modo exclusivo, pero que no puede aspirar, sin más, a representar su significación exhaustivamente) y la pragmática determina la multiplicidad de dimensiones que el significado del término puede tener y que la semántica es incapaz de abordar por sí sola.

La dimensión sintáctica nos vendría determinada por la matematización del concepto que yuxtapone el término correspondiente junto a otros en unas determinadas expresiones y fórmulas, determinando de este modo el funcionamiento correcto y declarando la validez de las combinaciones aceptables de fórmulas.

La dimensión semántica del término nos viene determinada por la teorización a que ha sido sometido; su relación con otros términos dentro de la misma teoría, además de la determinación impuesta por la matemática, viene también constituida por sus propiedades dentro de la teoría, de acuerdo con la interpretación propuesta para la misma. La "naturaleza" teórica del término determinada por la interpretación semántica admisible en la teoría, viene expresada en la exposición sistemática conocida bajo el rótulo "teoría de....".

La dimensión pragmática del término, por último, nos vendría dada por su existencia en un sistema representacional, admitido por la

comunidad científica en un determinado momento de la evolución histórica del mismo. El sistema representacional determina una "geografía / lógica" en la que el término ocupa un puesto y desde el que puede ser pensable que establezca unas relaciones, mientras otras resultan impen-sables desde su situación; de tal manera, la forma de entender un término estará, en esta dimensión, condicionada por la interacción de mu- / chos modelos sucesivos o coexistentes, relativos a un fenómeno determi-nado. De tal modo que la historicidad del término le vendrá dada por / su inserción en tal sistema representacional.

Así, teniendo el término esta triple dimensión, hay que admi-tir que el problema del significado del tal tendrá también esta triple dimensión y que, en la historia del término científico, la evolución / de su significado estará en función de estos tres elementos, sirviendo como nexo de referencia el sistema representacional.

Esto no ocurre, lógicamente sólo con los términos, sino tam- / bién, y primordialmente, con las expresiones en que tales términos apa- / recen, y que son los elementos en los que se puede determinar el signi-ficado de los términos ( no sólo analizando estos aisladamente). Así, por ejemplo, una expresión teórica tan simple como la segunda ley de / Newton ( $f = m \cdot a$ ) ha tenido una significación muy distinta para / los científicos a lo largo del tiempo, habiéndose en ciertos momentos entendido como una generalización empírica, mientras que en otros mo- / mentos sea considerado prácticamente una verdad analítica. Y ello, en virtud del uso que de la misma se hacía, no dentro de la teoría, donde su significado ha sido siempre el mismo, sino fuera de ella, en la in- / terpretación que del mundo se ha querido dar desde el sistema represen- / tacional.

"En 1.687 la ley de inercia no fue aparentemente sino una extrapolación empírica; pero en 1.894 se usó predominantemente como un / a priori. Pero esta actitud es inadecuada. Procede de la creencia de / que la expresión de una ley sólo tiene, en un momento dado, un tipo de uso. Ahora bien, la oración que enuncia la primera ley puede expresar tantas cosas denominadas "la ley de inercia" como número de usos, puede darse a esa oración. En la actualidad, como en 1.894 y en 1.687, las / oraciones de leyes se usan a veces para expresar proposiciones contingentes, otras veces para expresar reglas, recomendaciones, prescripciones, regulaciones, convenciones, o, también, para expresar proposiciones a priori (donde es indispensable o psicológicamente inconcebible / un ejemplo refutatorio) o finalmente para expresar sentencias analíticas formales (cuyas negaciones son autocontradictorias). Pocos han / apreciado la variedad de usos que, en un cierto momento, tienen las / oraciones de leyes, incluso en informe experimental. En consecuencia / han supuesto que lo que los físicos llaman "la ley de inercia" es una proposición única, discreta, aislable. Pero de hecho, esta ley es una familia de oraciones, definiciones y reglas, todas ellas expresables / por los diferentes usos de la oración que enuncia la primera ley".(62)

La cita es larga, pero enjundiosa. En efecto, la expresión /  $F = m \cdot d^2 s / dt^2$  tiene multitud de usos; se la puede utilizar para definir qué sea F; pero también puede ser considerada como el resumen de / un vasto campo de experiencias, que desembocarían en ella por inducción o bien como una ley analítica, en el sentido de que no podríamos formarnos ninguna idea coherente de un mundo físico en el que no fuese válida tal ley, en función del modo como ha llegado a determinar nuestros hábitos de pensamiento sobre el mundo real, o bien como una regla para

hacer inferencias, o como una forma convencional para concebir los fenómenos de naturaleza dinámica, etc...etc...

Desde este enfoque, la interpretación de la ciencia desde / una postura exclusivista de convencionalismo, operacionalismo, etc... se nos presenta como fundamentalmente incompleta. Nuevamente desembocamos en la idea bachelardiana de que la Filosofía de la Ciencia no / puede ser homogénea, en este caso, más que por la diversidad del grado de maduración de los conceptos científicos, por la diversidad de / uso de las expresiones de las teorías científicas.

La tarea, pues, que incumbirá al Filósofo de la Ciencia, consistirá en descubrir todos estos múltiples usos de las expresiones, en cada uno de los cuales se descubrirá, tal vez, un distinto grado de maduración de los conceptos científicos, aproximándose a través de ellos a los significados que los términos científicos tengan, no en el uso / meramente expositivo de una teoría científica de la que forman parte, sino en todos aquellos en los que la ciencia pretende decir algo propio sobre la realidad.

Esta tarea concreta, aplicada a términos muy determinados y representativos, es una labor que habrá que proseguir para ver si por este camino se alcanza mejor a entender la naturaleza del gran fenómeno que representa el conocimiento científico.

## NOTAS

- (1).- BACHELARD, G.- "Le rationalisme appliqué". Presses Universitaire de France, Paris, 1.972 pág. 144 (Primera edición 1.953).
- (2).- FEYERABEND, P.K.- "Problems of Empiricism", en COLODNY, E (ed.). "Beyond the Edge of Certainty". Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall, 1.965. págs. 145-260; la cita está sacada de la pág. 180. También hace referencia a la incompatibilidad entre la Mecánica Clásica y la Teoría de la Relatividad en "Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge" ( en "Minnesota Studies in the Philosophy of Science" , Vol. IV. RADNER, M and WINOKUR, S (ed). Minneapolis: University of Minnesota Press, págs. 17-130) (Traducción española "Contra el Método", Ariel Barcelona, 1.974). Vid. Sec. XIII
- (3).- DIRAC, P.A.M. "La evolución de la imagen del físico de la naturaleza". En KLINE, M (comp). "Matemáticas y Mundo moderno" Ed. Blumer (Selecciones del Scientific American). Madrid, 1974. (págs. 265-275). La cita está tomada de la pág. 265.
- (4).- BACHELARD, G.- "Le rationalisme appliqué". op. cit. pág. 161; es muy interesante al respecto consultar las págs. 160-169 de esta obra.
- (5).- BARRAUD, H.J.- "Science et Philosophie", Edit. Nauwelaerts, S.A. Louvain, 1.968 ( Traducción castellana, "Ciencia y Filosofía". Edit. Gredos, Madrid, 1.971; pág. 100 ).
- (6).- HEINE, P.- "The Problem of Meaning", pág. 25 ( Citado por CHRISTENSEN, N.E.- "On the Nature of Meaning. A Philosophical Analysis". Munksgaard, Copenhagen, 1.961 (Traducción española: "La naturaleza del significado". Ed. Labor, Barcelona, 1.968; pág. 15)
- (7).- AYER, A.J.- "Meaning and Intentionality" en Acta del XII Congreso.... Vol 1, págs. 139-155.
- (8).- OGDEN, C.K y RICHARDS, I.A.- "The Meaning of Meaning", London, / 1.923. (Traducción española: "El significado del significado". Ed. Paidós; Buenos Aires, 1.954).
- (9) JOHNSON, E.S.- "Theory and Practice of the Social Studies", New York 1.956; ( citado por Adam SCHIFF, "Introduction to Semantics"; Pergamon Press, Oxford, Londres, New York, París, 1.962. Traducción española: "Introducción a la semántica", F. C. E. México, 1.966; pág. 225)

- (10).- CHRISTENSEN, N. E.- "Sobre la naturaleza del significado" op. cit. págs. 146-147.
- (11).- CARNAP, R.- "Meaning and Necessity" Chicago. The University of Chicago Press, 1.947 (5ª Edición, Phoenix Books, 1.967).
- (12).- CARNAP, R.- "Meaning and Necessity"; op. cit. pág. 20.
- (13).- ALSTON, W.P.- "Philosophy of Language". Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A. 1.964 (Traducción española: "Filosofía del Lenguaje". Alianza Editorial, Madrid, 1.974; pág. 29).
- (14).- FREGE, G.- "Über Sinn und Bedeutung", Zeitschrift für Philosophie und Philosophische Kritik. Vol 100 (1.892) págs. 25-50. Reimpreso en G. FREGE: "Kleine Schriften". Hildesheim (1.967, págs. 143-162. De este artículo se han hecho innumerables traducciones; entre otros, está recogido en: Frege, G.- "Escritos lógico Semánticos" Ed. Tecnos, Madrid, 1.974; págs. 31-52; y en Thomas Moro Simpson (comp): "Semántica Filosófica: Problemas y discusiones". Ed. Siglo XXI; Buenos Aires, 1.973; págs. 3-28.
- (15).- CHRISTENSEN, N.E.- "Sobre la naturaleza del significado" op. cit. pág. 115
- (16).- Vid. TOULMIN, S.- "The Philosophy of Science". London, Hutchinson; 1.953.
- (17).- BUNGE, M.- "El ser no tiene sentido y el sentido no tiene ser". Teorema, VI/2, págs. 201-213; Valencia, 1.976
- (18).- LYONS, J.- "Introduction to Theoretical Linguistics". Cambridge University Press. London, 1.968 (Traducción española, "Introducción en la lingüística teórica", Ed. Teide, Barcelona, 1.971; edición corregida en 1.973 (2ª Edic.) pág. 454.
- (19).- LOCKE, J.- "An Essay concerning human Understanding". Sección I Capítulo 2, Libro III. ( Traducción española, "Ensayo sobre el entendimiento humano" 2 vols. . Editora Nacional, Madrid, 1.980).
- (20).- RUSSELL, B.- "An Inquiry into Meaning and Truth", pág. 189. (Citado por Christensen, N.E. "Sobre la naturaleza del significado" op. cit. pág. 130).
- (21).- MORO SIMPSON, Th. "Semántica Filosófica: Problemas y discusiones" op. cit. pág. 4-5.

(22).- MORO SIMPSON, Th.- "Semántica Filosófica: Problemas y discusiones"; op. cit. pág. 9

(23).- Una aplicación de la teoría russelliana de las descripciones a la crítica de la teoría de Frege sobre el significado puede verse en: RUSSELL, B.- "On Denoting" (Mind XIV, 1.905; págs. 479-493). Reimpreso en Bertrand Russell: "Logic and Knowledge, Essays, 1.905-1.950", London George Allen & Unwin Ltd. 1.956, págs. 41-56. (Traducción española: "Lógica y Conocimiento", Taurus, Madrid, 1.966.

(24).- No todos los autores que cultivan la Filosofía Analítica están de acuerdo al respecto; de hecho, la cuestión de los nombres propios está siendo sometida a discusión notablemente. Vid, por ejemplo, el artículo "Nombres" de J. HIERRO en Teorema VIII/3-4; Valencia 1.978 págs. 187-201. Así mismo SEARLE, J.R. "Speech Acts: An essay in the Philosophy of Language", Cambridge University Press (Traducción española "Actos de habla", Ediciones Cátedra, 1.980).

(25).- PEIRCE, Ch. S. "Collected Papers", (1.931-1.935). Cambridge Mass. Harvard University Press.

(26).- Vid: RUSSELL, B.- "Sobre el denotar"; en "Semántica Filosófica: problemas y discusiones", de Thomas Moro Simpson (comp.). op. cit. págs. 39-41, especialmente.

(27).- DUMMETT, M.- "Frege", Teorema, vol. V/2. págs. 149-188; Valencia 1.975.

(28).- OGDEN, C.K y RICHARDS, I.A. "The Meaning of Meaning", op. cit.

(29).- SCHAFF, A.- "Introducción a la Semántica", op. cit. pág. 220

(30).- WITTGENSTEIN, L.- "Philosophical Investigations". Basil Blackwell, Oxford, 1.953

(31).- WITTGENSTEIN, L.- "Philosophical Investigations" op. cit. pág. 20.

(32).- ALSTON, W. P.- "Filosofía del lenguaje" op. cit. pág. 56.

(33).- QUINE, W.V. - "World and Object". Cambridge Mass; Technology Press, 1.960, pág. 207 (traducción española: Palabra y objeto. Edit. Labor, Barcelona, 1.968; pág. 216).

(34).- LAZEROWITZ, - "The Structure of Metaphysics", pág. 255; citado por Christensen, N.E. "Sobre la Naturaleza del Significado", op. cit. pág. 169.

- (35).- RYLE, G.- "The Concept of Mind". Barnes & Noble Inc. New York. (Traducción española, "El concepto de lo mental", Ed. Paidós. Buenos Aires, 1.967).
- (36).-CHRISTENSEN, N. E.- "Sobre la naturaleza del significado", op. cit. págs. 168- 185.
- (37).- AUSTIN, J. L.- "Philosophical Papers", London, Oxford University Press, 1.970 (2ª edición; 1ª publicada por The Clarendon Press, en 1.961) (Traducción española: "Ensayos filosóficos", Ed. Revista de Occidente, S.A. Madrid, 1.975; pág. 71-86 : "El significado de una palabra".).
- (38).- AUSTIN, J.L.- "Ensayos filosóficos", op. cit. págs.75-76.
- (39).- AUSTIN, J. L.- "How to do Things with the Words". The Clarendon Press, Oxford, 1.962. (Traducción española:"Palabras y acciones" Ed. Paidós, Buenos Aires, 1.971).
- (40).- Vid. SEARLE, J. R.- "Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language". op. cit. Así mismo:"Austin on locutionary and illocutionary acts" Philosophical Review, vol. LXXVIII, nº 4, Octubre, 1.968; del mismo autor.
- (41).- AUSTIN, J.L.- "How to do Things with the Words". op. cit. pág. 98.
- (42).- Ibidem, pág. 101
- (43).- HUDSON, W. D.- "Modern Moral Philosophy". The MacMillan Press. London, 1.970. (Traducción española: "La filosofía moral contemporánea Alianza Editorial, Madrid, 1.974; pág. 66).
- (44).- AUSTIN, J. L.- "How to do Things with the Words", op. cit. pág 100 (pág. 144 de la traducción española; en general resulta muy ilustrador examinar la conferencia VIII completa).
- (45).-HUDSON, W. D.- "La filosofía moral contemporánea", op. cit. pág. 67.
- (46).- Vid. HARE, R. M. "The Language of Morals", Oxford, 1.952 (Traducción española: "El lenguaje de la moral", U.N.A.M. , 1.969)
- (47).- JAKOBSON, R.-"Linguistic and Poetics", en T.A. Sebeok (ed). / "Style in Language". Mass: M.I.T. Press, 1.960 ( este artículo está recogido en la obra "Ensayos de Lingüística general" del mismo autor;



Edit. Seix Barral, Barcelona.

(48).- Vid. SEARLE, J. R.- "Austin on locutionary and illocutionary Acts". op. cit.

(49).- SEARLE, J. R.- "Actos de Habla", op. cit. pág. 33.

(50).- Ibidem, pág. 51

(51).- Ibidem, págs. 53-54

(52).- Ibidem, pág. 58

(53).- Ibidem, pág. 28

(54).- Ibidem, pág. 27

(55).- WITTGENSTEIN, L.- "Philosophical Investigations", op. cit. pág. 23.

(56).- SCHIAFF, A.- "Introducción a la Semántica", op. cit. pág. 294.

(57).- LYONS, J.- "Introducción en la lingüística teórica". op. cit. pág. 446.

(58).- BACHELARD, G.- "L'expérience de l'espace dans la physique contemporaine". París, Alcan, 1.937.

(59).- BACHELARD, G.- "La Philosophie du Non", París. Presses Universitaires de France, 1.940 ( Traducción española: La Filosofía del No. / Amorrotu Editores, 1.973). Chap. II: "la notion de profil epistemologique".

(60).- BACHELARD, G.- "Le rationalisme appliqué" op. cit. Vid. Cap. I. así mismo, "La Philosophie du Non", op. cit. cap. II.

(61).- Son muy interesantes los comentarios de Dominique LECOURT en su obra "Para una crítica de la epistemología", cap. 1 y 2, tanto al concepto de perfil epistemológico, como al de obstáculo epistemológico.

(62) HANSON, N.R.- "Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science". Cambridge University Press, 1.958; ( traducción española de la obra y de "Observation and Explanation: A Guide to Philosophy of Science" (Harper & Row Publishers, Inc. 1.971) con el título " Patrones de Descubrimiento. Observación y Explicación", Alianza Editorial, Madrid, 1.977; págs. 201-202).

271

## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

He intentado abordar el problema del significado de los / términos científicos, utilizando como hilo conductor del mismo un concepto: el de sistema representacional; y tal concepto se nos ha impuesto como elemento necesario de nuestro análisis desde tres perspectivas muy diversas:

1.- A partir de la consideración del conocimiento humano, interpretado desde los presupuestos de la teoría de la información.

2.- Desde el examen de dos características fundamentales adquiridas por los conceptos científicos: la matematización y la teorización de los mismos, procesos claves, a nuestro entender, para la comprensión del extraordinario proceso que conocemos como explosión del / conocimiento científico.

3.- Examinando las reflexiones que sobre las diversas teorías del significado de las expresiones lingüísticas se han llevado a cabo en aquella escuela que más insistentemente ha tratado el tema: la Filosofía Analítica.

En todos estos casos, desde perspectivas tan distintas y por motivos, en principio, tan ajenos unos a otros, el concepto de sistema / de sistema representacional hacía su aparición para dar una mejor cuenta de los fenómenos que caían bajo nuestra consideración. Pensamos, / pues, que el concepto de sistema representacional puede jugar un papel muy importante en el análisis que el filósofo lleva a cabo para explicar la naturaleza de este fenómeno inmenso que llamamos ciencia.

En relación, pues, con nuestro trabajo creemos que podemos / afirmar las siguientes conclusiones:

1.- En la actualidad se constata una tendencia a ocultar los aspectos intuitivos del conocimiento científico en las exposiciones de la ciencia. Pero esto no es totalmente acorde con lo que ocurre en la práctica científica.

En efecto, el descubrimiento científico, proceso en el que / el proceder de la ciencia alcanza su plenitud meridiana, tiene una dimensión intuitiva que no se puede soslayar; esto queda reflejado en la misma insuficiencia de los razonamientos inductivo o deductivo para / dar cuenta de tal fenómeno. El proceso de descubrimiento científico no queda ejemplificado ni por la argumentación deductiva ni por el razonamiento inductivo.

Precisamente los testimonios de los propios científicos hablan de que ya "veían" la solución, antes de conocer el argumento justificativo correspondiente. Por ejemplo, sólo cuando se "ve" que el / concepto de simultaneidad está necesitado de un análisis más profundo, cuando se sabe que tal concepto no es absolutamente válido, se empieza a pensar en lo que daría lugar a la teoría de la relatividad especial. El resto de los razonamientos que desembocan en la teoría general de la relatividad, con la nueva concepción del mundo que implica, se precipitan a partir de aquí.

Antes del descubrimiento científico se ve que hay que proceder a una nueva forma de entender el fenómeno, una manera insólita de pensarlo y de utilizar los términos correspondientes, con otra significación distinta a la que tenían cuando se la ha usado normalmente / por los científicos. Y este uso "normal" viene determinado por el sistema representacional; a este nivel, pues, ya se hace presente nuestro concepto; en efecto, es este concepto el que presta el marco conceptual

en el que se encuadran los distintos usos de los conceptos en las diferentes teorías.

2.- En cuanto desde la teoría de la información asumimos que la realidad se comunica al hombre mediante un código que la mediatiza, y es siempre realidad interpretada, no se puede entender la teoría científica como un elemento que refiere directamente a una realidad inmediatamente dada, independiente del conocimiento humano. Se necesita el sistema representacional como elemento sobre el cual la ciencia / construye sus teorías.

3.- Los modelos actuales de racionalidad evolutiva que se van imponiendo en la filosofía actual parecen justificarse mucho mejor desde la utilización, en el caso de la racionalidad científica, del concepto de sistema representacional. Es más, si no se quiere confundir la / racionalidad evolutiva con un tipo disfrazado de irracionalidad, pensamos que hay que recurrir, bien a este concepto, bien a algún otro similar; en este caso, por supuesto, poco importan los nombres.

4.- El concepto de sistema representacional permite mantener un modelo evolucionista del desarrollo científico, frente a los enfoques revolucionarios (Kuhn) y las teorías anarquistas del conocimiento estilo Feyerabend. En este sentido, apoyándonos en la teoría de la semiosis ilimitada y sacando fuera del significado del término el aspecto o dimensión referencial, puede justificarse que, a pesar de que tengan distintos significados los mismos términos de teorías científicas rivales, se pueda seguir hablando de progreso científico. El sistema / representacional sería el hilo conductor que permitiría mantener la / continuidad de la ciencia con el correr del tiempo.

5.- El sistema representacional, a su vez, permite transcen-

der el marco intrateórico, para explicar las interrelaciones teóricas que, por un mecanismo de feed-back, van haciendo progresar la ciencia en su conjunto. Los conceptos científicos son resúmenes de elementos de diversas teorías que coexisten en un momento científico y que permiten dar cuenta de la ampliación de las teorías en el desarrollo histórico de la ciencia; en este sentido, nos parece, la epistemología de / orientación francesa nos parece que está muy bien enfocada.

6.- No se puede sostener, por todo ello, de un modo simplista, la teoría, de origen neopositivista, de que el significado de los términos teóricos se agota, exclusivamente, en las relaciones algebraicas intrateóricas, siendo definidos de modo implícito por ellas. Este fenómeno es sólo un aspecto del problema; justamente en esta consideración del tema se abandona la dimensión intuitiva del conocimiento científico y se hace muy difícil dar cuenta del proceso histórico efectivo por el que se produce el desarrollo de la ciencia. Por este procedimiento corremos el peligro de perder de vista el fenómeno real para quedarnos con una interpretación formalista incontaminada ( con el exclusivismo de situarse en una posición que sólo atiende al puro contexto de / justificación) pero que no da cuenta, en definitiva, de aquello que / el filósofo de la ciencia debe perseguir: dar a conocer la verdadera / naturaleza del extraordinario fenómeno del conocimiento científico.

7.- Las teorías científicas se constituyen como tales en un marco conceptual, valorativo, interpretativo, etc..., que determina el modo de interpretación del formalismo matemático que le subyace en la estructura de la teoría. El sistema representacional aporta un conjunto de circunstancias que van a determinar la semántica de la teoría a través de la pragmática; este permite ejercitar con el lenguaje cien-

tífico aquellos juegos que tienen sentido para la ciudad científica.

8.- Por tanto, la exposición en forma matemática de las teorías científicas, reparando en ella de modo exclusivo, tiende a acen-  
tuar el ocultamiento de los aspectos creadores e intuitivos de la ciencia. El análisis de la significación de los términos en sus relaciones formales puede inducir a olvidar aquella dimensión que trasciende la pura matematización.

Como consecuencia de esta primacía absoluta de la formalización, la mayor parte de los tratadistas realizan un estudio de la ciencia que sólo considera las teorías científicas ya construidas, esto es precisamente aquello en lo que el aspecto intuitivo queda oculto.

9.- Se podría intentar recuperar parte de esta dimensión olvidada procediendo al análisis histórico de la evolución de los conceptos científicos, de modo que se atienda eminentemente al uso que les / han ido dando los cultivadores de la ciencia a lo largo del tiempo.

10.- Mediante este análisis de la evolución histórica de los conceptos se puede alcanzar a ver mejor la importancia capital que tienen estos elementos ineludibles de la ciencia: aquellos aspectos relativos a las valoraciones metodológicas, marco conceptual de la concepción del mundo de los científicos, etc., etc., al que hemos llamado sistema representacional.

11.- Del análisis que hemos efectuado sobre dos elementos capitales de la ciencia: la teorización y la matematización de los conceptos, reflexionando sobre los supuestos y consecuencias de tales fenómenos podemos concluir lo que ya Bachelard había señalado en la "Philosophie du Non": que el espíritu puede cambiar de metafísica, pero no puede "pasar" (ahora el vocablo está de moda) de ella. Las características

relevantes para explicar el fenómeno de matematización y teorización / nos remiten constantemente, para su completa racionalización, a lo que hemos dado en llamar el sistema representacional.

12.- El análisis del significado llevado a cabo por los filósofos analíticos apoya directamente lo que hemos venido diciendo sobre la necesidad de recurrir al sistema representacional para analizar por completo el problema del significado de los términos: en el caso de la ciencia el sistema representacional ejemplifica la "forma de vida" que según Wittgenstein hay que compartir para comunicarse.

13.- El sistema representacional es un instrumento que permite apreciar adecuadamente el carácter comunitario de la propia ciencia. La ciudad científica, que, en palabras de Bachelard, permite transportar la electricidad por un hilo y que presta su carácter social al propio objeto científico, etc..., necesita el sistema representacional como elemento de unión y producto objetivado de todo aquello que comparten los científicos de una época.

El sistema representacional, además, es ambivalente; a la vez que posibilita el pensamiento científico puede ser el soporte potencial de un fenómeno ya detectado por Bachelard: el obstáculo epistemológico en el caso de que no se haya asimilado el auténtico sistema representacional que subyace a la teoría. Pero también puede permitir una nueva utilización del concepto bachelardiano de perfil epistemológico, entendido a nivel colectivo, frente a la concepción individual del mismo / por parte del propio Bachelard.

14.- Por otro lado el sistema representacional permite introducir la pragmática en el problema del significado de los términos científicos; con tal concepto se aporta un elemento que puede poner en re-



lación los análisis tradicionales de los conceptos científicos con las actuales teorías del significado como uso, propias de la filosofía analítica, que ponderan la importancia de la pragmática lingüística sobre la semántica.

15.- No pretendemos haber descubierto, ni mucho menos, el concepto de sistema representacional. En definitiva no es más que un nombre nuevo de algo que se conoce desde hace mucho tiempo. Los científicos apelan constantemente al sentido común del científico, tan alejado a veces del sentido común del hombre de la calle; así mismo, los estudios más notables de filosofía de la ciencia hablan de ello; el sistema representacional no está tan alejado de este concepto.

Lo que sí pretendemos con nuestro trabajo es haber puesto de manifiesto la extraordinaria importancia que tal concepto tiene para el análisis del significado de los términos científicos.

16.- Como consecuencia de ello, pensamos que, para estudiar el significado de un término científico, se debe comenzar por un primer paso consistente en el análisis del sistema representacional en el que nace el concepto y examinar su evolución a través de las distintas teorías, comparando, al final, la situación subsiguiente del sistema representacional en el que se apoya la última teoría admitida. De esta forma, el carácter histórico social del conocimiento científico hace su aparición en el estudio del filósofo de la ciencia.

La historia de la ciencia no es una propedéutica para el análisis filosófico final: es una parte muy importante del propio análisis filosófico. De este modo, el nacimiento del concepto se convierte en un elemento capital para determinar su ulterior significación; y aquí, no lo ocultamos, se plantean problemas nuevos: ¿cuando se puede saber

si ha nacido un concepto científico? (no un concepto que tiene uso en la ciencia, pero que quizás tenga una significación pura y simplemente propia del lenguaje ordinario). ¿Crea el concepto científico la teoría, justamente al convertirse en científico o, viceversa, al aparecer la teoría se convierte en concepto científico? ¿No será, tal vez más bien las dos cosas?. Hare falta analizar casos concretos para resolver la cuestión.

17.- Al finalizar nuestro trabajo, las interrogantes, ¡gracias a Dios!, siguen abiertas; nuestra tarea puede continuar y así esperamos hacerlo. Nos gustaría en el futuro aplicar las líneas directrices que nos han ido apareciendo a lo largo de nuestro trabajo, a tareas más concreta: análisis de conceptos científicos particulares a los que en vez de aplicar el molde de la teoría científica en que están actualmente integrados, comenzaremos por un análisis del sistema representacional de la ciencia en el momento en que consideramos que nacen, elaboración del perfil epistemológico aproximado de tal concepto en la sociedad científica del momento de su nacimiento y comparación con los / sucesivos perfiles epistemológicos posibles a lo largo del tiempo, hasta llegar al momento actual.

En tal sentido, volvemos a repetirlo porque nos parece muy importante resaltarlo, la historia de la ciencia, que permite examinar tanto la propia evolución de las teorías científicas, como las relaciones interteóricas e interdisciplinarias en las distintas épocas, se presenta como un instrumento inestimable en el análisis del significado de los términos científicos.

Y un punto final: quizás en el terreno de las llamadas ciencias biológicas (donde, por lo demás, hoy por hoy no se puede utilizar

el tipo de análisis de las teorías de la filosofía de la ciencia de /  
inspiración anglosajona; sencillamente porque las teorías no están /  
aún "maduras" formalmente para poder llevar a cabo su axiomatización  
y posterior análisis formal) nuestro trabajo pudiese producir algunos  
frutos. Esperemos que así sea.

Ohe iam satis est, ohe libelle,  
iam pervenimus usque ad umbilicos

(MARCIAL, Epigrama IV. 89).

**BIBLIOGRAFIA**

# BIBLIOGRAFIA

La Bibliografía que presentamos está distribuida por capítulos; obviamente, muchas de las obras que vamos a citar son pertinentes para más de uno de ellos; sin embargo, hemos decidido no repetir su cita, con el fin de no alargar excesivamente esta Bibliografía. Ni que decir tiene que no es exhaustiva y que consideramos que pueden confeccionarse muchas otras, algunas, tal vez, con obras más difundidas; sólo hemos procurado que cada uno de los puntos más relevantes de cada capítulo quedara ilustrado con algunas obras.

## CAPITULO I

AGASSI, J. "Scientific Problems and their Roots in Metaphysics", en BUNGE, M. (Comp.): "The Critical Approach to Science and Philosophy". The Free Press of Glencoe. New York, 1.964

AYER, A.J. "The Problem of Knowledge". London. Macmillan & Co. Ltd.

1.956 (Trad. "El problema del conocimiento". Buenos Aires. EUDEBA, 1968

BACHELARD, G.- "Essai sur la connaissance approchée". Paris, Vrin, 2ª / ed. 1.968 (1ª ed. 1.928).

BACHELARD, G.- "Le nouvel esprit scientifique". Paris. Presses Universitaires de France. 1.971 (1ª ed. 1.934)

BACHELARD, G.- "La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychoanalyse de la connaissance objective". Paris, Vrin, 1.960

(Trad. "La formación del espíritu científico...." Buenos Aires. Edit. Siglo XXI, 1.972).

BARRAUD, H.- "Science et philosophie" Ed. Nauwelaerts, S.A. Louvain,

1.968 (Trad. "Ciencia y Filosofía". Edit. Gredos, Madrid, 1.971).

BAR-HILLEL, Y. - "Language and Information". Jerusalem. Readings Mass.

1.964

BARTHES, R. - "Elements de Semiologie". Ed. Gouthier. 1.965. Paris. (Trad. "Elementos de semiología", Ed. Tiempo Contemporaneo).

BERLO, D.K. - "The Process of Communication, an Introduction to Theory and Practice". Rinehart and Winston. New York. (Trad. en Editorial A-teneo).

BLANCHE, R. - "La Méthode expérimentale et la Philosophie de la Physique". Armand Colin, Paris, 1.969. (traduc. española en Fondo de Cultura / Económica, México, 1.972

BLANCHE, R. - "La Science actuelle et le rationalisme". Paris. Presses / Universitaires de France, 1.967

BROADBENT, D.E. - "Perception and Communication". London, Pergamon, 1.951

BRONOWSKI, J. - "The Common Sense of Science". Cambridge Mass. Harvard University Press. 1.953

BURTT, E.A. - "The Metaphysical Foundations of Modern Science". Routledge and Kegan Paul. London, 1.924 (Hay traducción española).

BUYSENS, E. - "Le langage et le Discours". Bruxelles. Office de Publication. 1.943

CANQUILHEM, G. - "Ideologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie". Paris, Vrin, 1.977

CASTAÑEDA, H.N. - "The Private Language Argument" en "Knowledge and Experience". Ed. Rollin, 1.962

CAVAILLES, J. - "Sur la logique et la théorie de la science". Paris. Presses Universitaires de France, 1.947

CONANT, J.B. - "Science and Common Sense". New Haven: Yale University /

Press, 1.951

CHOMSKY, N. - "Language and Mind" New York. Harcourt Brace and World, 1.968 ( Trad. española, Seix Barral, Barcelona, 1.971).

DIRAC, P.A.M. "Evolution de notre image du monde physique" (en Synthes, Febrero 1.963).

DESANTI J.T. - " La philosophie silencieuse ou critique des philoso- / phies de la science". Paris, Seuil, 1.975

FEYERABEND, P.K. "Against Method: Outline of an anarchistic Theory of Knowledge". University of Minnesota, Minneapolis, 1.970 (Trad. española, Ed. Ariel, Barcelona, 1.974).

FEYERABEND P.K. "Problems of Empiricism" (en R.G. COLODNY (ed.) "Beyond the Edge of Certainty Essays in Contemporary Science and Philosophy". Englewood Cliffs. New Jersey, 1.965 (págs. 145-260)).

FEYERABEND, P.K. - "Problems of Microphysics"( en R.G. COLODNY (edt.) "Frontiers of Science and Philosophy". London, 1.964 (págs.189-283) ).

GETMONAT, L. - "Filosofia e filosofia della scienza". Feltrinelli Editore, Milano. (Trad. española "Filosofía y filosofía de la ciencia". Ed Labor. Barcelona, 1.972).

GOLDMAN, Stanford. - "Information Theory". New York. Prentice Hall, / 1.953.

HANSON N.R. "Pattern of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science". Cambridge University Press, 1.958

HANSON, N.R. - "Observation and Explanation: a Guide to Philosophy of Science" Cambridge University Press y Harper & Row. (Trad. española de esta obra y de "Patterns of Discovery..." en Alianza Edit. Madrid, 1977

HARRE, R. - (edit.) "Problems of Scientific Revolution. Progress and Obstacle to Progress in the Sciences" Oxford. Clarendon Press. 1.975

HARRE, R. - "The Principles of Scientific Thinking". London. Macmillan  
1.970

HESSE, M. - "Science and Human Imagination". London. S.C.M. Press. /  
1.974

JARAUTA, F. - "La Filosofía y su otro". Col. Pre-textos. Valencia /  
1.980

KEMENY, J. - "A Philosopher Looks at Science" New York, Van Nostrand  
Reinhold Co. 1.959

KOCKEIMANN, J. - "Phenomenology and Physical Science". Pittsburg. Du-  
quesne U.P. 1.966

KOCKEIMANN, J. - "The World in Science and Philosophy". Milwaukee.  
Bruce 1.969

KOCKEIMANN, J. - "On the Meaning of Scientific Revolutions". Philo-  
sophy Forum, 11. págs. 231-252.

KUHN, T. S. - "The Structure of Scientific Revolutions". Internatio-  
nal Encyclopedia of Unified Science. The University of Chicago Press.  
1.970 (2ª edición ampliada)(Traducción española, F.C.E. México).

KUHN, T. S. - "Segundos Pensamientos sobre paradigmas". Edit. Tecnom.  
Madrid, 1.978.

KOYRE, A. - "La revolution astronomique : Copernice, Kepler, Borelli".  
Hermann, Paris, 1.961.

KOYRE, A. - "Etudes Newtoniennes". Gallimard, Paris, 1.968

Ibid. "Etudes Galileens". Hermann, Paris 1.966 (Traducción es-  
pañola, Siglo XXI). (1.980)

KOYRE, A. - "Del Mundo Cerrado al Universo Infinito". Edit. Siglo XXI  
1.979 (Traduc. de la edición inglesa, John Hopkins Univ. Press 1.957)

KOYRE, A. - "Estudios de Historia del Pensamiento Científico". Edit.



Siglo XXI, 1.977 (Edición Francesa, Gallimard, 1.973).

LAKATOS, I. - MUSGRAVE, A. - "Criticism and the Growth of Knowledge". London. Cambridge University Press. 1.970 ( Traducción española. Grijalbo 1.975).

LAKATOS, I. - "El papel de los experimentos cruciales en la ciencia". Teorema, V/3-4. Valencia. 1.975

LARRY, L. - "Progress and its Problems. Toward a Theory of Scientific Growth". Routledge and Kegan Paul. London, 1.977

LLORENS, T. - "Información y semiosis" ( I y II). Teorema. (IV/1 y V/2) Valencia, 1.974 y 1.975.

MARGAIN, H. - "Racionalidad, lenguaje y Filosofía". Fondo de Cultura / Económica. México, 1.978

MARGENAU, H. - "The Nature of Physical Reality: a Philosophy of Modern Physics". Mac Graw Hill. New York, 1.950. (Traduc. española. Tecnos, / Madrid, 1.970).

MAXWELL, N. - "The rationality of Scientific Discovery". Part. I: The Traditional Rationality Problem. Philosophy of Science, 41, nº 2, Junio, 1.974

NAUTA, D. - "The Meaning of Information" La Haya. Edit. Mouton, 1.973

OPPENHEIMER J.R. - " Science and the Common Understanding". New York. Simon and Schuster, 1.954 ( Trad. española: La lógica y el conocimiento común. C.S.I.C. Madrid, 1.955).

O'NEILL, W.M. - "Fact and Theory. An aspect of the Philosophy of Science" Sydney University Press. 1.969

O'NEILL, W.M. - "Fact and Theory". Part. 2. N.S.W. Sydney Univ. Press 1969

PEARS, D. - "What is knowledge?". Allen & Unwin. London, 1.972.

PEIRCE, J. R. - " Symbols, Signals and Noise". New York. Harper and /

- Brothers, 1.961 ( Traducción española en Revista de Occidente).
- POPPER, K.R.- "The Open Society and its Enemies". New York. Harper / Torchbooks, 1.963 (Traduc. Española en Paidós).
- RADNITZKY G y ANDERSON, G.- "Progress and Racionality in Science" Reidel Publishing Company, London 1.978
- RADNITZKY, G .- "Preconceptions in Research" London. Literary Service and Production, 1.974
- REZNIKOV, L.O.- "Semiótica y Teoría del Conocimiento". Edit. Comunicación. Madrid, 1.970
- RUSSELL, B .- "The Scientific Outlook". New York. Norton, 1.962. (Trad. española en Edit. Ariel, Barcelona).
- SAPIR, E.- "Language". New York. Harcourt Brace, 1.921
- SELLARS, W .- "Science, Perception and Reality". Routledge and Kegan / Paul, London. (Trad. española en Tecnos, Madrid, 1.971).
- SCHAFF, A.- "Lenguaje y Conocimiento". Ed. Grijalbo. México. 1.967
- SHANNON C;WEAVER W.-"The Mathematical Theory of Communication". Univ. Illinois, Press. Urbana. (Eleventh Printig, 1.967).
- TOULMIN, S .- "Human Understanding". Volume I : The Collective Use / and Evolution of Concepts. Princeton University Press. 1.972 ( Traduc. española, Alianza Editorial, Madrid, 1.977).
- ULIAM, J .- "La Pensée Scientifique Moderne". París. Flammarion. 1958
- VARIOS.- "Le concept d'information dans la science contemporaine" (colloques de Royaumont). Edit. Minuit / Gauthier-Villars, París, 1.965 (Traduc. Española, Siglo XXI, 1.975).
- WILLIAMS, P.M.- "On the Logical Relations between Expressions of Different Theories". The British Journal for The Philosophy of Science. London. Vol. 24, nº 4, Diciembre, 1.973.

WHITEHEAD, A.N.- "Science and the Modern World". New York. New American Library, 1.959 ( Traducción en Losada, Buenos Aires )

WHITEHEAD, A. N.- "Foundations of Natural Knowledge". Cambridge. Cambridge University Press, 1.955.

WHORF, B. L. -" Language, Thought and Reality". Massachusetts Institute of Technology, 1.956 (Traduc. Barral Editores, Barcelona 1.971)

## CAPITULO II.-

ALEKSANDROV, A.D. KOIMOGOROV, A.N y LAVRENT'EV, M.A (Edits.) "Mathematics: its Content, Method and Meaning". Cambridge Massachusetts, M.I.T Press, 1.963 (Traduc. española, Alianza, Madrid, 1.973).

BACHELARD, G.- "Le rationalisme appliqué" (1.949). Paris. Presses Universitaires de France, 1.962

BACHELARD, G. - "L'Activité rationaliste de la physique contemporaine" (1.951). Paris, P.U.F. 1.965 ( traduc. española Ed. Siglo XX, Buenos Aires, 1.975)

BACHELARD, G.- "Le Materialisme rationnel". (1.953). Presses Universitaires de France, 1.963.

BARKER, Stephen.- "Philosophy of Mathematics". Englewood Cliffs, Prentice Hall Inc. 1.964

BELL, E.T.- "The Development of Mathematics" (2ª edic.) New York. McGraw Hill, 1.945

BENACERRAF, P y PUTNAM, H. (Edits.).- "Philosophy of Mathematics". Selected Readings. Englewood Cliffs. N.J. Prentice Hall Inc. 1.964

BENZE, G. -" Le nombre dans les Sciences experimentales". Presses Universitaires de France, Paris, 1.961.

- BETH, H. W. - "The Foundations of Mathematics" North Holland Publishing, Co. Amsterdam, 1.959
- BLACK, M. - "The Nature of Mathematics". New York. Harcourt Brace, / 1.933
- BOOLE, G. - "An Investigation on the Laws of Thought". London. Nueva Edición New York, Dover Publishing, S.A. 1.854
- BOREL, E. - "L'imaginaire et le reel en Mathematique et en Physique" Paris, 1.952
- BOURBAKI, N. - "Elements d'histoire des Mathematiques". Paris. Hermann 1.960 ( Traduc. Española, Alianza Edit. Madrid).
- BOUTROUX, P. - "L'ideal scientifique des Mathematiciens". Paris, 1.955
- BLANCHE, R. - "L'axiomatique". Paris, 1.959
- BROGLIE, L. de. - "Savants et decouverte" Paris. Albin Michel, 1.951
- CAMPEDELLI, L. - "Fantasia et logica nella matematica". Ed. Giangiacomo Feltrinelli. Milano ( Traduc. Española, Labor, Barcelona, 1.970).
- CAVAILLÉS, J. - "Méthode axiomatique et formalisme". Paris. Hermann, 1.938
- COURANT, R. - ROBINS, H. - "Was ist Mathematik?". Berlin, Gotinga, Heidelberg, 1.962 ( Traduc. española. en Aguilar, Madrid).
- COUTURAT, L. - "De l'infini Mathématique". Blanchard, Paris, 1.973
- CURRY, H. B. - "Outlines of a Formalist Philosophy of Mathematics" Amsterdam, North Holland, 1.951
- DANTZING, T. - "Number, the Language of Science" 4ª Edición, London, / 1.966
- DESANTI, J. T. - "Les idealités Mathematiques". Paris. Seuil, 1.968
- DOU, Alberto. - "Fundamentos de la matemática". Ed. Labor. Barcelona / 1.970
- FELIX, L. - "The Modern Aspect of Mathematics". New York. Basic Books

1.960

FREGE, G.- "The Foundations of Arithmetic" New York Harper & Row Publishers, 1.959 ( Hay traduc. española).

FREY, G.- "Die Mathematisierung unserer Welt" W. Kohlhammer Verlag. / Stuttgart ( Traduc. española. G. del Toro, Madrid, 1.972).

FREUDENTHAL, H. - "The Concept and the Role of the Model in Mathematics and Natural and Social Sciences". Dordrecht, Holland. Reidel. /

1.961

GAMOW, G. - "One, Two, Three... Infinity" New York, The Viking Press 1.953 ( Hay traduc. española).

GONSETTI, F. - "Philosophie Mathématique" Paris Hermann 1.939

GONSETTI, F. - "Les mathématiques et la réalité". Paris, 1.936

HALMOS, P. - "Measure Theory" New York y London, Van Nostrand Reinhold 1.950.

HEYTING, A. - "Intuitionism. An Introduction". Amsterdam. North Holland 1.956. (Traduc. española en Tecnos, Madrid, 1.976).

HINTIKKA, J. - "The Philosophy of Mathematics". Oxford University Press 1.969

HOLDER, O. - "Die Mathematische Methode". Berlin. Springer, 1.924

KATTSOF, L.O. - "A philosophy of Mathematics". Ames Iowa, 1.948.

KNEEBONE, G.T. - "Mathematical Logic and the Foundations of Mathematics". London. Van Nostrand, 1.963

KLEENE, S.C. - "Introduction to Metamathematics". New York. Van Nostrand, 1.952

KORNER, ST. - "The Philosophy of Mathematics". Hutchinson & Co. Ltd. 1.960. (Traduc. española, Siglo XXI, 1.967).

LAKATOS, I ( Ed.) - "Problems in the Philosophy of Mathematics" North

Holland, Amsterdam, 1.967

LORENZO, J. de.- "En torno al hacer matemático y al problema de su historia". Teorema IV/2. Valencia, 1.974

NICOLLE, Ch.- "Biologie de l'invention". Paris, Alcan, 1.932

POINCARÉ, H.- "Science et Méthode". Flammarion, Paris, 1.908 ( primera traducción española, 1.944. Espasa Calpe).

POINCARÉ, H.- "La Science et l'hypothèse". Flammarion. Paris 1.902 (1ª traduc. española, 1.943. Espasa Calpe).

POINCARÉ, H.- "Le valeur de la Science". Flammarion, Paris, 1.905 . (1ª Traduc. española, 1.916; Espasa Calpe).

POINCARÉ, H.- "Mathematics and Sciences". Last Essays. New York. Dover Publications. 1.963 ( Ed. Francesa: Dernières Pensées, 1.913).

POLYA, G.- "Mathematics and Plausible Reasoning" (2 vols.). Oxford / University Press, 1.954 ( Traduc. española, Tecnos, Madrid, 1.966).

POLYA, G.- "Mathematical Discovery". New York, Wiley, 1.962

RAMSEY, F.P.- "Foundations of Mathematics". New York. Humanities Press 1.950

RYLE, G, POPPER, K.R. , LEWY, C.- "Why are the calculuses of Logic / and Mathematics Applicable to Reality?" ( Arist. Soc. Proceedings, 20. 1.946).

RUSSELL, B.- "Introduction to Mathematical Philosophy" London. George Allen & Unwin, 1.919 ( Traduc. española, Losada, Buenos Aires, / 1.945).

RUSSELL - WHITEHEAD.- "Principia Mathematica" (1.910-1.913). Cambridge University Press.

RUSSELL, B.- "Principles of Mathematics". London. Allen & Unwin, / 1.903 ( Traduc. española, 1.948 y 1.967).

- SAUMELIS, R. - "Fundamentos de Física y Matemáticas". Edit. Rialp, S.A. Madrid, 1.961
- SAUMELIS, R. - "La ciencia y el ideal metódico" Edit. Rialp. S.A. Madrid, 1.958
- SAUMELIS, R. - "La Geometría Eucladiana como Teoría del Conocimiento". Edit. Rialp. Madrid, 1.970.
- SAUMELIS, R. - "Filosofía de la Naturaleza". Universidad Nacional de / Educación a Distancia. Madrid, 1.976 vol. 7.
- TATON, R. - "Causalité et accidentalité dans la découverte scientifique". Masson et Cie. Editeurs. Paris. ( Traduc. española, Labor, Barcelona, 1.973).
- TORRETY, R. - "Philosophy of Geometry from Riemann to Poincaré". Dordrecht, Reidel Publishing, Co. 1.978
- VARIOS.- "L' invention". IX Semana Internacional de Síntesis. París, Alcan, 1.938 ( Actas de las sesiones).
- VARIOS.- "The Mathematical Field". Dover Publications Inc. 1.945.
- VARIOS.- (Compilador: J.R. Newman) "Sigma. The World of Mathematics" New York, 1.956. ( Traduc. española. Edit. Grijalbo. México, 1.968).
- WATSMANN, F. - "Introduction to Mathematical Thinking". New York. / Ungar, 1.951
- WEYL, H. - "Philosophy of Mathematics and Natural Science". Princeton. N.J. Princeton University Press, 1.949.
- WILDER, R. L.- "The Nature of Mathematical Proof". En The American / Mathematical Monthly, 52, pág. 309-323, 1.944
- WOODGER, J.M. (edit.) "Logic, Semantics, Metamathematics". Oxford: / Clarendon Press, 1.956

## CAPITULO III

ALDER, Michael D.- "On Theories". En Philosophy of Science, P.S.A. / vol. 40, nº 2, Junio, 1.973

ANDERSON, G. - "Methods in Future Studies: A view from the Theory of Science". Technological Forecasting and Social Change, 5. págs. 303 - 317. 1.973.

AYER, A.J.- "The Foundations of Empirical Knowledge". London, MacMillan, 1.940

AYER, A.J.- "Language, Truth and Logic" (2ª Ed. Revisada). New York, Dover Publications, 1.952 (Trad. Española, Martínez Roca, 1.971).

AYER, A.J.- "Philosophical Essays". New York, St. Martin's Press, / 1.954.

BAUMRIN, N. - "Philosophy of Science" - The Delaware Seminar, Vol II. New York, Interscience, 1.963

BRAITHWAITE, R.B.- "Scientific Explanation". Cambridge. Cambridge University Press, 1.953

BRIGMAN, P.W.- "The Logic of Modern Physics". New York, MacMillan, / 1.927

BRIGMAN, P.W.- "The Nature of Physical Theory". Princeton N.J. Princeton University Press, 1.936

BRIGMAN, P.W.- "Reflections of a Physicist". New York. Philosophical Library, 1.950

BRIGMAN, P.W.- "The Way Things Are". Cambridge Mass. Harvard University Press, 1.959.

BUNGE, M.-(Edit.): "The Critical Approach to Science and Philosophy".



New York. The Free Press, 1.964

BUNCE, M.- "Causality - The Place of the Causal Principle in Modern Science". Cambridge Mass. Harvard University Press.

CAMPBELL, N.R.- "Foundations of Science" ( antes: "Physics: the Elements", 1.919 ). New York, Dover Publications, 1.952

CAMPBELL, N.R.- "What is Science?"(1.921). New York, Dover Publication 1.952

CARNAP, R.- "Philosophical Foundations of Physics" (Edit. por M.Gardner). New York , Basic Books, 1.966

CLARK, J.T.- " The Philosophy of Science and History of Science". En: "Critical Problems in the History of Science". Madison Marshall Claggett, 2ª edic. 1.962

COHEN, R.S. y WARTOFSKY, M.- (Edit.) " Boston Studies in the Philosophy of Science"( 11 ). New York, Humanities Press, 1.965

COLODNY, G.- (Edit). "The Nature and Function of Scientific Theory". / Englewood Cliffs. N.J. Prentice Hall, 1.970

DANTO, A y MORGENBESSER, S .- " Philosophy of Science". New York . Meridian, 1.960

DONAGAN, A.- "Historical Explanation": The Popper Hempel Theory Reconsidered" ( en "Philosophical Analysis and History", W.D. DRAY (edit). New York, Harper and Row, 1.966).

DUIEM, P.- "La theorie Physique. Son object et sa structure". Paris. Alcan, 1.909

EDDINGTON, A.- " Nuevos senderos de la ciencia". Edit. Montaner y Simón, S.A. Barcelona, 1.945

FEIGL, H - MAXWELL, G .- "Minnesota Studies in the Philosophy of Science". Minneapolis: University of Minnesota Press, 1.958.

FEIGL, H y BRODBECK, M.- (Edits.): "Readings in the Philosophy of Science". New York. Appleton Century Crofts, 1.953.

FREUDENHAI, H.- " The Concept and the Role of the Model in Mathematics and Natural and Social Science" ( Dordrecht, Holland, Reidel, 1.961).

FRIEDMAN, Michael.- "Explanation and Scientific Understanding" en The Journal of Philosophy, vol. 71, nº 1, Enero, 1.974

GARCIA BACCA, J.D.- "Líneas generales de una reconstrucción racional / de los conceptos físicos fundamentales". Teorema, IV/3. Valencia. 1974

HANSON, N.R.- Serie de trabajos en Journal of Philosophy. Entre ellos: "The Logic of Discovery" ( nº 55, 1.958) "More on "The Logic of Discovery"" (nº 57, 1.960). Así como "Is there a Logic of Discovery?" en / FEIGL-MAXWELL (edits). "Current Issues in the Philosophy of Science" (New York, 1.961), "The Idea of a Logic of Discovery" (Dialogue, nº 4, 1.965) y "Notes Towards a Logic of Discovery" en R.J. BERNSTEIN (edit) "Perspectives on Peirce". New Haven, 1.965.

HANSON, N.R.- "The Concept of Positron". Cambridge. Cambridge University Press, 1.963

HANSON, N.R.- "Perception and Discovery" (Edit. W.C. Humphreys, San / Francisco, California, Freeman Cooper, 1.969).

HARRE, R.- "The Anticipation of Nature" London. Hutchinson, 1.965

Ibid. "An Introduction to the Logic of the Sciences". London. Mac Millan, 1.967 ( traduc. española, en Labor, Barcelona).

HARRE, R.- "Matter and Method". London. MacMillan, 1.964

Ibid. " The Method of Science". London. Wicheam Publications, / 1.970

HARRE, R.- "Philosophies of Science". Oxford. Oxford University Press /

1.972

HARRE, R.- "Theories and Things" London. Newman History and Philosophy of Science Series, 1.961

HEMPEL, C.- "Aspects of Scientific Explanation" (New York, Macmillan, 1.966). En él se encuentra el artículo célebre de Hempel-Oppenheim: "The Logic of Explanation", que apareció inicialmente en "Philosophy of Science", 15, 1.948

HEMPEL, C.- "Aspect of Scientific Explanation and Other Essays in Philosophy of Science". New York, Free Press, 1.965. (Traduc. en Paidós).

HESSE, M.- "The Structure of Scientific Inference" London, MacMillan, 1.974

HESSE, M.- "Models and Analogies in Science". Notre Dame Ind. University of Notre Dame Press, 1.966

HESSE, M.- "Forces and Fields". London, Nelson, 1.961.

KORNER, S.- "Observation and Interpretation". London, Butter Worth, / 1.957

KUHN, T.S. :- "El cambio de teoría como cambio de estructura: Comentarios sobre el formalismo de Sneed". Teorema VII/2. Valencia, 1.977

LAKATOS, I.- "Proofs and Refutations - The Logic of Mathematical Discovery" Cambridge University Press, 1.976 ( Traduc. española en Alianza Edit. Madrid, 1.978).

LASZLO, Ervin.- "The Ideal Scientific Theory: A thought Experiment" Philosophy of Science, P.S.A. Vol. 40, nº 1, Marzo, 1.974.

LENZEN, V.- "Causality in Natural Science". Springfield, Ill. Thomas, 1.954.

LOSEE, J.- "A Historical Introduction to the Philosophy of Science". The Clarendon Press, Oxford University Press, Oxford, 1.972. (Traduc.

española, Alianza Editorial, Madrid, 1.976).

MEYERSON, E.- "Du cheminement de la pensée" (3 vols.). Paris. Alcan, /  
1.931

MEYERSON, E. - "La deduction relativiste". Paris. Payot, 1.925

Ibid. "De l'explication dans les sciences". Paris. Payot /  
1.927

MEYERSON, E. - "Réel et déterminisme dans la physique quantique" Pa-  
ris, Hermann, 1.933

MEYERSON, E. - "Identité et réalité". Paris Alcan, 1.951 (1ª edición,  
1.908).(Traduc. española, Ed. Reus, Madrid, 1.929)

MITTELSTAEDT, P. - "Problemas filosóficos de la física moderna". Ma-  
drid, Tecnos, 1.970

MOSTERIN, J.- "Sobre el concepto de modelo" Teorema. VIII/2. Valencia  
1.978

MUGUERZA, J.- "Nuevas perspectivas en la filosofía contemporánea de la  
ciencia", Teorema, 3. Valencia, 1.971.

NAGEL, SUPPES, TARSKI (Edits.) "Logic, Methodology and Philosophy of  
Science". Stanford Calif. Stanford University Press, 1.962

NAGEL, E.- "The Structure of Science". New York, Harcourt, Brace &  
World, 1.961. ( Traduc. española en Paidós).

NAGEL, E. - COHEN, M.R.- "An Introduction to Logic and Scientific Me-  
thod". New York, Harcourt Brace, 1.934

NASH, L. K.- "The nature of the Natural Sciences". Boston, Little /  
Brown, 1.963

PAP, A. - "Introduction to the Philosophy of Science". New York, The  
Free Press, 1.962.

- PLANK, Max.- "Die Physik und die Weltanschauung". Leipzig. (Barth). 1.938
- POLANYI, M. - "Personal Knowledge". New York, Harper & Row, 1.960
- POPPER, K.R.- "Conjectures and Refutations", New York: Basic Books, 1.963 (Traducción española: Paidós, 1.967)
- POPPER, K.R.- "The Logic of Scientific Discovery", New York, Basic Books 1.959 (Traducción española, Tecnos, Madrid, 1.967).
- POPPER, K.R.- "Objective Knowledge", Oxford, Clarendon Press, 1.972 (Traducción española, en Tecnos, Madrid, 1.974).
- RADNITZKY, G. - ANDERSON, G.- "The Structure and Development of Science" New York, Greenwood Press, 1.978
- RADNITZKY, G.- "Contemporary Schools of Metascience". Göteborg Esselte Studium y New York Humanities, 1.968
- RIBES, D.- "Panorama actual de la Filosofía de la Ciencia. Estructura interna de teorías y cambio científico" .Teorema VI/3-4. Valencia, / 1.976
- SCHIFFER, I. - "Conditions of Knowledge". Chicago: Scott Foreman, / 1.965
- SCHIFFER, I. - "The Anatomy of Inquiry". New York. Knopf, 1.963
- SCHLESINGER, G. - "Method in the Physical Sciences". New York. Humanities Press, 1.963
- SMART, J.J.- "Philosophy and Scientific Plausibility" en FEYERABEND y MAXWELL. (comp.) "Matter, Mind and Method". Minneapolis: University of Minnesota Press, 1.966.
- STALLO, J.B.- "De l'explication dans les sciences physiques". París. Payot, 1.927
- SNEED, J.D.- "Problemas filosóficos en la ciencia empírica de la cien

cia". *Teorema*, VII/ 3-4. Valencia, 1.977

SNEED, J. D. - "What is Scientific Theory?" en "Philosophy of Science Today" de MARGENBESSER, S. (edit.). New York, Basic Books, 1.967

STEINMULLER, W.- Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie. Band II: Theorie und Erfahrung. Springer Verlag Heidelberg, 1.970 y 1.974 ( Traducción española: *Teoría y Experiencia*, Ed. Ariel, Barcelona, 1.979).

STEINMULLER, W.- "Dinámica de teorías y comprensión lógica". *Teorema*, / IV/4, Valencia, 1.974

SUPPE, F. - (edit.) "The Structure of Scientific Theories". Urbana. / University of Illinois Press, 1.974

TOULMIN, S. - "Foresight and Understanding". New York: Harper & Row, 1.963

TOULMIN, S.- "The Philosophy of Science" . London. Hutchinson, 1.953

VARIOS.- "Minnesota Studies" Vol III ( Scientific Explanation, Space / and Time, ), 1.962

WARTOFSKY, M.- (Edit.) "Boston Studies in the Philosophy of Science" / (Vol. I). Dordrecht Holland, Reidel, 1.963

WARTOFSKY, M.W.- "Conceptual Foundations of Scientific Thought: An Introduction to the Philosophy of Science", Marx W. Wartofsky, 1.968 / (Traducción española, Alianza Editorial, Madrid, 1.973).

WESLEY, Salmon.- "Foundations of Scientific Inference". University of Pittsburg Press, 1.967

WHEWELL, W. - "The Philosophy of the Inductive Sciences". London, J.W. Parker, 1.847. (Varias ediciones con ampliación en tres partes).

WHEWELL, W.- "History of the Inductive Sciences" ( 1.837). 3 vols. New York, D. Appleton and Co. 1.859

WIENER, P.- "Readings in the Philosophy of Science". New York, Scribner, 1.953.

#### CAPITULO IV

ACHINSTEIN, P.- "Theoretical Terms and Partial Interpretation". En The British Journal for the Philosophy of Science, t. xiv, 1.963

ACHINSTEIN, P.- "Scientific Theories and Empirical Significance" en: Review of Metaphysics, t. 19; 1.961

ACHINSTEIN, P.- "On the Meaning of Scientific Terms" en Journal of Philosophy, 61; 1.964

ACHINSTEIN, P.- "Concept of Science. A Philosophical Analysis". Baltimore, Maryland, 1.968, John Hopkins Press.

BACHELARD, G.- "La Philosophie du Non" (1.940). Presses Universitaires de France, Paris, 1.949 (Traduc. española. Amorrotu, 1.973).

BACHELARD, G.- "Le Pluralisme Coherent de la Chimie Moderne". Paris, Vrin, 1.973.

BLACK, M.- "Language and Philosophy". Ithaca. New York Cornell University Press, 1.964

BLOOMFELD, L.- "Aspectos lingüísticos de la ciencia". Ed. Taller de ediciones, Madrid, 1.973

BROWN, Ruge.- "Words and Things". New York, Free Press of Glencoe Inc. 1.959

BURCH, Robert W.- "Cohen, Austin and Meaning". en Ratio, Vol. XV, nº 1, Junio, Oxford, 1.973

CARNAP, R.- "The Methodological Character of Theoretical Concepts". En "The Foundations of Science and the Concepts of Psychology and Psychoa-

- nalysis," Vol. 1 de los Minnesota Studies in the Philosophy of Science (edits. FEIGL, H. - SCRIVEN, M. ) Minneapolis, 1.956
- CARNAP, R.- "Meaning and Necessity". A Study in Semantics and Modal Logic. Chicago, University of Chicago Press, 1.947.
- CARNAP, R.- "Testability and Meaning" en Philosophy of Science, t. 3 (1.936) y t. 4 ( 1.937).
- CASSIRER, E.- " Filosofía de las Formas Simbólicas". I, El lenguaje. Fondo de Cultura Económica, México, 1.971
- CHERRY, C.- "On Human Communication". Cambridge Mass. The M.I.T. Press 1.966 (14ª edic.) (1.957).
- CHRISTENSEN; N. E. - "On the Nature of Meaning. A Philosophical Analysis". Munksgaard, Copenhagen, 1.961 ( Traduc. Española: edit. Labor. Barcelona, 1.968).
- DAGOGNET, François.- " Tableaux et Langages de la Chimie". Editions du Seuil, París, 1.969
- ECCO, U.- "Segno" Istituto Editoriale Internazionale, Milán, 1.973 / (Traducción española, Labor, Barcelona, 1.973)
- ECCO, U.- "La Struttura Assente". Milano. Bompiani, 1.968 (Traduc. esp. Lumen, Barcelona, 1.973)
- ECCO, U.- "Introduzione alla semiótica". Milano. Bompiani, 1.975
- EARMAN J. - FRIEDMAN, M.- " The Meaning and Status of Newton's Law of Inertia and the Natura of Gravitational Forces". Philosophy of Science P.S.A. Vol. 40, nº 3 Sept. 1.973
- FERRATER MORA, J.- "Indagaciones sobre el lenguaje". Alianza Editorial Madrid, 1.970
- FRANK, Ph.- "Modern Science and its Philosophy" New York. George Braziller, 1.955



FRANK, Ph.- "Philosophy of Science". Englewood Cliffs, New York, Prentice Hall, 1.957

GOODMAN, Nelson.- "Fact, Fiction and Forecast". Indianapolis, The Bobbs-Merrill Company Inc. 1.965

GIEDYMIN, J.- "Logical Comparability and Conceptual Disparity between Newtonian and Relativistic Mechanics". The British Journal for the Philosophy of Science, Cambridge, Vol. 24, nº 3, 1.973

GIRAUD, P.- "La Semantique". Paris, Presses Universitaires de France, 1.955 (Traducción española en F.C.E. México).

HINTIKKA, J.- "Wittgenstein on the Private Language: Some Sources of Misunderstanding". Mind LXXVIII, 1.969.

HOSPERS, John.- "What is Explanation?" en "Essays in Conceptual Analysis" (edit. Antony FLEW ), London, MacMillan and Co. Ltd. 1.956

JAKOBSON, R & HALLÉ, M.- "Foundamentals of Language". La Haya, Mouton, 1.956

KHATCHADURIAN, M.- "Lenguaje y habla como institución y como práctica". Teorema, IX/1. Valencia, 1.979.

LAMO DE ESPINOSA, E.- "Sobre el mito del lenguaje neutro: verdad y transparencia". Teorema VIII/1. Valencia, 1.978

LLEDO, E.- "Filosofía y lenguaje". Ed. Ariel, Barcelona, 1.970

LINSKY, Leonard ( edit. ).- "Semantics and the Philosophy of Language". Urbana, University of Illinois Press, 1.952

LYONS, J.- "Introduction to Theoretical Linguistics". Cambridge University Press, London, 1.968 ( Traduc. esp. Ed. Teide, Barcelona, 1.971 ).

MOLES, A.- "Théorie de l'information et perception esthétique". Paris, Flammarion, 1.958.

- MORRIS, C. W.- "Language, Signs and Behaviour". New York, Prentice / Hall, 1.946 (Traduc. española, Losada, Buenos Aires, 1.962).
- MORRIS, C. W.- "Foundations of the Theory of Signs" (Toward an International Encyclopedia of Unified Science). Vol 1, Number 2.
- MORRIS, C. W.- "Signification and Significance". Cambridge Mass. M.I.T 1.964
- NAGEL, E y BRANDT, R.- "Meaning and Knowledge". New York. Harcourt / Bruce & World Inc. 1.965
- OSGOOD, C.E. SUCI, J y TANNENBAUM, P.H.- "The Measurement of Meaning". Urbana, Illinois. The University of Illinois Press.
- QUINE W.O.- "World and Object" Cambridge Mass; Technology Press, / 1.960 (Traducción española: Labor, Barcelona, 1.968).
- QUINE, W.O.- "From a Logical Point of View". Cambridge Mass. Harvard University Press, 1.953 ( Traduc. española, Ariel, Barcelona).
- QUINE, W.O.- "The Roots of Reference". Open Court Publishing Co. La Salle, Illinois, 1.974 (Traduc. española Revista de Occidente, 1.977)
- ROBINSON, Richards.- "Definition". New York. Oxford University Press Inc. 1.950
- RUSSELL, B.- "Mysticism and Logic and Other Essays". New York. Doubleday s.f. (Traduc. española, Paidós, 1.951).
- RABOSHI, E.A.- "Análisis filosófico, Lenguaje y Metafísica". Montevideo Editores, 1.977
- SEARIE, J.R.- "Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language". Cambridge University Press. (Traduc. española: Ediciones Cátedra; / 1.980
- SEARIE, J. R.- "Austin on Locutionary and Illocutionary Acts". Philosophical Review, LXXVII, nº 4, Octubre, 1.968. Recogido por G. WARNOCK

- (edit.) en "Essays on J.L. Austin", Oxford University Press, 1.973.
- SCHAEFF, Adam.- "Ensayos sobre Filosofía y Lenguaje". Edit. Ariel. Barcelona, 1.973
- SCHAEFF, A.- "Introduction to Semantics". London, Pergamon Press, / 1.962 (Traduc. española en Fondo de Cultura Económica, México.)
- SHAPIRO, D.- "Meaning and Scientific Change", en R.G. COLODNY, (comp.) "Mind and Cosmos". Pittsburg, 1.966.
- SKOLIMOVSKI, H.- "Evolutionary rationality". Proceedings of the 1.974 Biennial Meeting. Philosophy of Science Association. Dordrecht: Reidel 1.976. (Traduc. española, Teorema, Valencia 1.979).
- SMERUD, W.B.- "Can There Be a Private Language? An examination of Some Principal Arguments". The Hague. Mouton, 1.970
- STRAWSON, P.F.- "Gramática y Filosofía", Teorema, nº 8. Valencia, 1.972.
- Ibid.- "Logic-Linguistic Papers". London. Methuen, 1.971.
- VIGOTSKY, L.- "Thought and Language". Cambridge Mass. M.I.T. Press / 1.962
- WITTGENSTEIN, L.- "Philosophical Investigations". Oxford. Blackwell, 1.953.

-----

**NOTA.-** Como puede observarse, hemos prescindido de la cita de muchas obras que ya aparecieron en las referencias bibliográficas. Ello se ha hecho con la intención de no alargar excesivamente esta Bibliografía. No obstante, nos gustaría señalar que las consideramos todas ellas como referencias muy importantes para el estudio de nuestro tema.

